



SEGUNDA EDICIÓN

Administración y logística en la cadena de suministros

Donald J. **Bowersox**

David J. **Closs**

M. Bixby **Cooper**

Administración y logística en la cadena de suministros

Administración y logística en la cadena de suministros

Segunda edición

Donald J. Bowersox
David J. Closs
M. Bixby Cooper
Michigan State University

Revisión técnica

José Barrera Hernández
*Escuela de Ciencias Administrativas,
Universidad La Salle, México*

Raúl Ruán Ortega
*Escuela de Ingeniería, Dirección de Extensión,
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
Campus Puebla*



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

Director Higher Education: Miguel Ángel Toledo Castellanos

Director editorial: Ricardo Alejandro del Bosque Alayón

Editor sponsor: Jesús Mares Chacón

Editor de desarrollo: Edmundo Carlos Zúñiga Gutiérrez

Supervisor de producción: Zeferino García García

Traductora: Nora Natalia Martínez Suárez

ADMINISTRACIÓN Y LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTROS

Segunda edición

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



DERECHOS RESERVADOS © 2007, respecto a la primera edición por
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc.

Corporativo Punta Santa Fe
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: 978-970-10-6132-9

ISBN-10: 970-10-6132-2

123456789

09865432107

Traducido de la segunda edición de: SUPPLY CHAIN LOGISTICS MANAGEMENT

Copyright © MMVII by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

0-07-294788-8

Impreso en México

Printed in Mexico

Dedicamos este libro a nuestras esposas y familias por su tiempo, aliento y paciencia, ya que, a fin de cuentas, son quienes pagan el precio más alto.

Acerca de los autores

Donald J. Bowersox es profesor de la cátedra John H. McConnell en la Michigan State University, donde también fue director de la facultad Eli Broad College of Business. En esta misma institución obtuvo su doctorado y ha trabajado en la industria durante toda su carrera. Es autor de numerosos artículos publicados en *Harvard Business Review*, *Journal of Marketing*, *Journal of Business Logistics* y *Supply Chain Management Review*. El doctor Bowersox ha dirigido varios estudios de investigación apoyados por la industria, relacionados con las mejores prácticas logísticas en Estados Unidos y en todo el mundo. Constantemente imparte conferencias en la industria y en sesiones académicas.

David J. Closs es profesor de la cátedra John H. McConnell en Administración de empresas en la Michigan State University. Acreditó un doctorado en mercadotecnia y logística en esa misma universidad. Es autor y coautor de muchas publicaciones en periódicos, actas de sesiones e informes en la industria. También fue el investigador principal para *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Change* y *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*. El doctor Closs es un destacado conferencista en la industria y la enseñanza, al igual que presentador en programas educativos para ejecutivos. Fue editor de *Journal of Business Logistics* y en la actualidad es editor ejecutivo de *Logistics Quarterly*.

M. Bixby Cooper es profesor asociado en el Departamento de mercadotecnia y administración de la cadena de suministro en la Michigan State University. Es coautor de tres textos acerca de distribución y logística, entre ellos *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Change* y *Strategic Marketing Channel Management*. Durante cuatro años formó parte de la Junta ejecutiva de la International Customer Service Association como jefe del Comité de investigación y educación.

Prefacio

Durante las seis décadas anteriores, la disciplina de la logística empresarial avanzó del almacén y la bahía de transporte a la sala de juntas de las principales empresas en el mundo. Hemos tenido la oportunidad de participar activamente en esta evolución mediante la investigación, la educación y la asesoría. *Administración de la logística de la cadena de suministro* abarca el desarrollo y los fundamentos de la disciplina logística dentro de una estructura de cadena de suministro. También presenta nuestra visión del futuro de la logística empresarial y la administración de la cadena de suministro, así como su función en la competitividad empresarial.

Si bien de manera virtual y colectiva los tres autores han escrito mucho sobre diversos aspectos de la logística, la decisión para inicialmente escribir y después revisar *Administración de la logística de la cadena de suministro* representa la síntesis de muchos años de investigación, lo cual aumenta y, de muchas maneras, reemplaza obras anteriores de los autores publicados por McGraw-Hill. La unión de las ideas presentadas en este texto aporta un sistema integrado de la cadena de suministro para el estudio de la logística y sirve para ampliar el tratamiento de la administración de la cadena de suministro al ubicarla con firmeza en el contexto de la estrategia empresarial integrada, además, resalta la creciente importancia de la logística en las cadenas de suministro que apoyan una economía global.

La logística incluye todas las actividades requeridas para desplazar productos e información a, de y entre los integrantes de una cadena de suministro. Esta cadena proporciona el sistema para los negocios y sus proveedores con el fin de que juntos entreguen bienes, servicios e información de manera eficaz y relevante para los clientes. *Administración de la logística de la cadena de suministro* presenta la misión, las estrategias y los procesos empresariales necesarios para alcanzar una administración logística integrada. Esperamos que el texto consiga tres objetivos fundamentales: 1) presente una descripción pormenorizada de las prácticas logísticas existentes en una economía global; 2) describa modos y medios para aplicar los principios logísticos con el fin de alcanzar una ventaja competitiva; 3) aporte un método conceptual para integrar la logística como una aptitud fundamental dentro de la estrategia de una cadena de suministro empresarial.

Sería imposible mencionar a todas las personas que han realizado contribuciones importantes para el contenido de este libro. Nuestro especial agradecimiento a Robert W. Nason, jefe del Departamento de mercadotecnia y administración de la cadena de suministro en la Michigan State University, por mantener un ambiente educativo que fomenta la creatividad. También expresamos nuestra gratitud al profesor emérito Donald A. Taylor de la Michigan State University, cuya determinación ha encauzado nuestras carreras. Además, por sus sugerencias específicas relacionadas con el manuscrito, debemos mencionar a Hugh Turner de la University of Maryland, Soonhung Min de la University of Oklahoma, Ted Stank de la University of Tennessee, Robert Novack de la Penn State University, David Borst de la Concordia University, Charles Peterson de la Northern Illinois University y John Mawhinney de la Duquesne University, quienes hicieron revisiones detalladas y ofrecieron numerosas sugerencias para mejorar la presentación.

Queremos reconocer al equipo de McGraw-Hill/Irwin por su dirección y esfuerzos por el bien del libro: Brent Gordon, editor; Scott Isenberg, editor ejecutivo; Lee Stone, asistente de coordinación editorial; Jim Labeots, gerente del proyecto; Rose Hepburn, supervisora de producción; Artemio Ortiz, diseñador, y Victor Chiu, generador de medios. También recibimos la ayuda de Beth Baugh, editora de desarrollo de Carlisle Publisher Services.

Como integrantes activos del Consejo de profesionales para la administración de la cadena de suministro (Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP), hemos tenido la suerte de recibir contribuciones de muchos asociados para el desarrollo de este texto. En par-

ticular, queremos agradecer el apoyo de George Gecowets, exdirector ejecutivo; Maria McIntyre, actual directora ejecutiva, y al personal del Consejo, quienes mantienen y abren puertas con la comunidad académica.

Durante los 40 años anteriores, los ejecutivos de las empresas que han asistido al Seminario de desarrollo ejecutivo para la administración de la logística en la Michigan State University han conocido los conceptos básicos presentados en el libro y han entregado de manera gratuita su tiempo y su experiencia. También agradecemos el apoyo constante de la logística de Michigan State a través del financiamiento de las cátedras subvencionadas por John H. McConnell, fundador de Worthington Industries.

La cantidad de personas que enseñan logística en todo el mundo aumenta cada día. Expresamos nuestra sincera admiración para este grupo en general y, en particular, para nuestros colegas de la Michigan State University, cuyas sugerencias y ayuda han permitido culminar y mejorar este texto.

Durante el ejercicio docente los maestros recibimos una continua inspiración de los estudiantes y, de muchas maneras, el día de la evaluación de nuestra carrera académica llega en el seminario o en el salón de clases. Hemos tenido la suerte de conocer las opiniones de destacados jóvenes que en la actualidad determinan de manera sustancial los mundos académico y empresarial. En particular, agradecemos a los estudiantes las sugerencias utilizadas en este texto y que sirvieron para su mejoramiento. También agradecemos las contribuciones de los estudiantes de doctorado en el pasado y en la actualidad, sobre todo de los doctores Judith Whipple y Thomas Goldsby, quienes participaron ampliamente en el desarrollo de los casos y en el apoyo editorial. El estudiante John Bowersox, quien fungió como asistente de investigación, aportó una valiosa ayuda en la preparación del manuscrito y efectuó el complejo proceso de obtener los permisos de publicación. Extendemos nuestra gratitud al mayor G. Scott Webb, quien ayudó a actualizar los materiales para esta edición.

Reconocemos las contribuciones de Felicia Kramer y Pamela Kingsbury, por la preparación del manuscrito de este trabajo en diversas ediciones anteriores; también de Cheryl Lundein, quien preparó muchos borradores del texto y proporcionó un destacado apoyo para las dos últimas ediciones. Sin ellas la publicación de este libro desde hace tanto tiempo —y sus innumerables variaciones— no sería una realidad.

Con tan notable ayuda, es difícil ofrecer excusas por cualquier defecto que pueda aparecer. Cualquier deficiencia es absolutamente nuestra responsabilidad.

Donald J. Bowersox

David J. Closs

M. Bixby Cooper

Contenido breve

Acerca de los autores vi

Prefacio vii

PARTE UNO

Administración de la logística de la cadena de suministro 1

- 1 Cadenas de suministro del siglo xxi 2
- 2 Logística 21
- 3 Atención al cliente 44
- 4 Adquisición y fabricación 78
- 5 Sistemas basados en tecnología de información 98

PARTE DOS

Operaciones de la logística de la cadena de suministro 129

- 6 Inventario 130
- 7 Infraestructura del transporte 166
- 8 Operaciones del transporte 191
- 9 Almacenamiento 212
- 10 Empacado y manejo de materiales 235
- 11 Integración de las operaciones 253

PARTE TRES

Diseño de la logística de la cadena de suministro 281

- 12 Posicionamiento estratégico global 282
- 13 Integración de la red 297
- 14 Diseño de la logística y planificación operativa 320

PARTE CUATRO

Administración 353

- 15 Desarrollo y administración de las relaciones 354
- 16 Desempeño operativo, financiero y social 376

EPÍLOGO 397

ÍNDICE 399

Contenido

Acerca de los autores vi

Prefacio vii

PARTE UNO

ADMINISTRACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO 1

Capítulo 1

Cadenas de suministro del siglo XXI 2

La revolución de la cadena de suministro 4

Un modelo generalizado de cadena de suministro 5

Administración integral 7

Colaboración 8

Extensión de la empresa 8

Proveedores de servicios integrados (ISP) 9

Capacidad de respuesta 11

Modelo empresarial predictivo 11

Modelo empresarial reactivo 11

Aplazamiento 12

Barreras que impiden implementar sistemas reactivos 14

Aspectos financieros 15

Conversión de efectivo a efectivo 15

Minimización del tiempo de residencia 16

Rotación del efectivo 16

Globalización 17

Transformación digital de la empresa 18

Resumen 19

Preguntas desafiantes 20

Capítulo 2

Logística 21

La logística de la empresa es grande e importante 22

La propuesta de valor logístico 23

Beneficios del servicio 23

Minimización del costo 25

Generación del valor logístico 25

Funciones de la logística 26

Procesamiento de pedidos 26

Inventario 27

Transporte 28

Almacenamiento, manejo de materiales y empacado 29

Diseño de la red de la planta 30

Operaciones logísticas 30

Flujo del inventario 31

Flujo de la información 32

Disposiciones operativas logísticas 33

Escalonada 33

Directa 34

Combinada 34

Estructura flexible 36

Sincronización de la cadena de suministro 38

Estructura del ciclo de desempeño 38

Incertidumbre del ciclo de desempeño 41

Resumen 42

Preguntas desafiantes 43

Capítulo 3

Atención al cliente 44

Mercadotecnia orientada al cliente 45

Transacciones versus relaciones mercadológicas 46

Resultados del servicio en la cadena de suministro 47

Servicio al cliente 49

Disponibilidad 50

Desempeño operativo 51

Confiabilidad del servicio 52

Órdenes perfectas 53

Plataformas de servicio básico 54

Satisfacción del cliente 54

Expectativas del cliente 55

Un modelo de satisfacción del cliente 55

Aumento de las expectativas del cliente 58

Limitaciones de la satisfacción del cliente 59

Éxito del cliente 60

Logro del éxito del cliente 60

Servicios de valor agregado 61

Predicción 62

Requerimientos de una predicción 63

Componentes de una predicción 64

Proceso de predicción 66

Técnicas de predicción 68

Exactitud de una predicción 72

Planeación, predicción y reabasto en

colaboración 74

Administración de la relación con el cliente 75

Resumen 76

Preguntas desafiantes 77

Capítulo 4**Adquisición y fabricación 78**

El imperativo de la calidad 79

Dimensiones de la calidad del producto 79*Administración de la calidad total* 80*Estándares de calidad* 81

Adquisición 81

Perspectivas de la adquisición 82*Estrategias de adquisición* 84*Segmentación de los requerimientos de compras* 87*Comercio electrónico y adquisición* 88

Fabricación 89

Perspectivas de la fabricación 89*Estrategias de fabricación* 93*Costo total de fabricación* 94

Interfaces logísticas 95

Justo a tiempo 95*Planeación de los requerimientos* 96*Diseño para la logística* 96

Resumen 97

Preguntas desafiantes 97

Capítulo 5**Sistemas basados en tecnología de información 98**

Funcionalidad de un sistema de información 99

Integración de un sistema de información completo 101

ERP o sistemas heredados 101*Sistemas de comunicación* 103*Sistemas de ejecución* 103*Sistemas de planeación* 103

Tecnologías de comunicación 104

Código de barras y lectores 104*Sincronización de datos globales* 105*Internet* 109*Lenguaje de Marcado Extensible (XML)* 111*Satélite* 112*Procesamiento de imágenes* 112

Razón fundamental para la implementación de ERP 113

Consistencia 113*Economías de escala* 114*Integración* 115

Diseño de un sistema ERP 115

Diseño de un sistema de información de la cadena de suministro 117

Planeación /Coordinación 118*Operaciones* 122*Desempeño y administración del inventario* 125

Resumen 126

Preguntas desafiantes 127

PARTE DOS**OPERACIONES DE LA LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO 129****Capítulo 6****Inventario 130**

Funcionalidad y definiciones de inventario 131

Funcionalidad del inventario 131*Definiciones de inventario* 133

Inventario de costo por existencias 135

Capital 136*Impuestos* 136*Seguro* 136*Obsolescencia* 136*Almacenamiento* 136

Planeación del inventario 137

Cuándo hacer un pedido 137*Cuánto incluir en el pedido* 138

Administración de la incertidumbre 142

Incertidumbre de la demanda 142*Incertidumbre del ciclo de desempeño* 146*Existencias de seguridad con incertidumbre combinada* 147*Estimación de la tasa de abastecimiento* 149*Reabasto dependiente de la demanda* 151

Políticas de administración del inventario 152

Control del inventario 152*Métodos reactivos* 154*Métodos de planeación* 156*Reabasto del inventario en colaboración* 160

Prácticas de administración del inventario 162

Clasificación por producto/mercado 162*Definición de la estrategia de los segmentos* 163*Políticas y parámetros* 164

Resumen 164

Preguntas desafiantes 165

Capítulo 7**Infraestructura del transporte 166**

Funcionalidad, principios y participantes del transporte 167

Funcionalidad del transporte 167*Principios del transporte* 168*Participantes del transporte* 168

Regulación del transporte 170

Tipos de regulación 171*Historia de la regulación* 172

Estructura del transporte 177

Transporte ferroviario 178*Transporte carretero* 179*Transporte acuático* 181*Ductos* 182

<i>Transporte aéreo</i>	182
<i>Clasificación modal</i>	183
Servicio de transporte	184
<i>Transportistas tradicionales</i>	184
<i>Servicio de paquetería</i>	184
<i>Transporte intermodal</i>	186
<i>Intermediarios no operativos</i>	189
Resumen	190
Preguntas desafiantes	190

Capítulo 8

Operaciones del transporte 191

Economía del transporte y determinación de precios	192
<i>Impulsores económicos</i>	192
<i>Determinación de costos</i>	194
<i>Estrategia en la determinación de costos del transportista</i>	195
<i>Tarifas y clasificación</i>	196
Administración del transporte	202
<i>Administración operativa</i>	202
<i>Consolidación</i>	204
<i>Negociación</i>	206
<i>Control</i>	206
<i>Auditoría y administración de reclamaciones</i>	207
<i>Integración logística</i>	208
Documentación	208
<i>Conocimiento de embarque</i>	208
<i>Factura del flete</i>	210
<i>Manifiesto de embarque</i>	210
Resumen	210
Preguntas desafiantes	210

Capítulo 9

Almacenamiento 212

Almacenamiento estratégico	213
<i>Beneficios económicos</i>	214
<i>Beneficios en el servicio</i>	218
Operaciones del almacén	219
<i>Manejo</i>	220
<i>Almacenamiento</i>	221
Disposiciones de propiedad del almacén	223
<i>Privados</i>	223
<i>Públicos</i>	224
<i>Contratados</i>	224
<i>Despliegue de la red</i>	225
Decisiones del almacén	225
<i>Elección de la ubicación</i>	225
<i>Diseño</i>	226
<i>Análisis de la mezcla de productos</i>	227
<i>Expansión</i>	227
<i>Manejo de materiales</i>	227
<i>Layout</i>	227

<i>Determinación del tamaño</i>	229
<i>Sistemas de administración del almacén (Warehouse Management Systems, WMS)</i>	229
<i>Exactitud y auditorías</i>	232
<i>Protección</i>	232
<i>Seguridad y mantenimiento</i>	233
Resumen	234
Preguntas desafiantes	234

Capítulo 10

Empacado y manejo de materiales 235

Perspectivas del empacado	235
Empacado para la eficiencia en el manejo de materiales	238
<i>Diseño del empaque</i>	238
<i>Agrupación en una sola unidad</i>	239
<i>Comunicación</i>	241
Manejo de materiales	242
<i>Consideraciones básicas del manejo</i>	242
<i>Sistemas mecanizados</i>	243
<i>Sistemas semiautomatizados</i>	244
<i>Sistemas automatizados</i>	245
<i>Sistemas de información direccionalada</i>	249
<i>Consideraciones especiales del manejo</i>	250
Resumen	251
Preguntas desafiantes	252

Capítulo 11

Integración de las operaciones 253

Por qué la integración crea valor	254
Concepto y análisis de los sistemas	254
Objetivos de la integración logística	256
<i>Capacidad de respuesta</i>	256
<i>Reducción de la variación</i>	256
<i>Reducción del inventario</i>	256
<i>Consolidación de un embarque</i>	256
<i>Calidad</i>	257
<i>Apoyo al ciclo de vida</i>	257
Integración de la empresa	257
<i>Obstáculos para la integración de la empresa</i>	258
<i>La gran división</i>	259
<i>¿Cuánta integración es suficiente?</i>	260
Procesos de la cadena de suministro	260
<i>Visibilidad de la cadena de suministro</i>	261
<i>Consideración simultánea de los recursos</i>	262
<i>Utilización de los recursos</i>	262
Planificación de las ventas y las operaciones (S&OP)	263
<i>Aplicaciones de la planificación de la cadena de suministro</i>	265
<i>Panorama general de un sistema APS</i>	267
Consideraciones en la planificación de la cadena de suministro	271

Determinación de precios	272
<i>Fundamentos de la determinación de precios</i>	272
<i>Problemas de la determinación de precios</i>	275
<i>Determinación de los precios del menú</i>	277
Resumen	278
Preguntas desafiantes	279

PARTE TRES

DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO 281

Capítulo 12	
Posicionamiento estratégico global	282
Integración de la cadena de suministro global	282
<i>La logística en una economía global</i>	283
<i>Etapas del desarrollo internacional</i>	284
<i>Administración de la cadena de suministro global</i>	286
Protección de la cadena de suministro	290
Contratación internacional	293
<i>Razón fundamental para la contratación en un país con costos bajos</i>	293
<i>Desafíos para la contratación en un país con costos bajos</i>	294
<i>Lineamientos para la contratación</i>	294
Resumen	295
Preguntas desafiantes	296

Capítulo 13

Integración de la red **297**

Red de instalaciones de la empresa	298
<i>Espectro de decisiones de ubicación</i>	299
<i>Presencia local: un paradigma obsoleto</i>	299
Requerimientos de un almacén	300
<i>Impulsores de las adquisiciones</i>	300
<i>Impulsores de la fabricación</i>	301
<i>Impulsores de la atención al cliente</i>	301
<i>Justificación del almacén</i>	302
Integración de costo total	303
<i>Economía del transporte</i>	303
<i>Economía del inventario</i>	305
<i>Red de costo total</i>	310
Formulación de la estrategia logística	313
<i>Minimización del costo</i>	313
<i>Umbral de servicio</i>	313
<i>Análisis de sensibilidad del servicio</i>	315
<i>Estrategia de finalización</i>	317
Resumen	318
Preguntas desafiantes	319

Capítulo 14

Diseño de la logística y planificación operativa **320**

Metodología de la planificación	320
Fase I: definición del problema y planificación	321
<i>Valoración de la factibilidad</i>	321
<i>Planificación de un proyecto</i>	327
Fase II: recopilación y análisis de datos	329
<i>Recopilación de suposiciones y de datos</i>	329
<i>Ánalysis</i>	332
Fase III: recomendaciones e implementación	334
<i>Recomendaciones</i>	334
<i>Implementación</i>	335
Métodos y técnicas de análisis de la cadena de suministro	335
<i>Decisiones del diseño</i>	336
<i>Lógica del diseño</i>	337
<i>Decisiones del inventario</i>	343
<i>Decisiones del transporte</i>	345
<i>Ánalysis del envío</i>	348
<i>Ánalysis del inventario</i>	348
Resumen	349
Preguntas desafiantes	351

PARTE CUATRO

ADMINISTRACIÓN **353**

Capítulo 15

Desarrollo y administración de las relaciones **354**

Desarrollo y administración de las relaciones de la logística interna	354
<i>Agrupamiento de las funciones</i>	355
<i>Un cambio en el énfasis de funciones a procesos</i>	357
<i>Virtualidad y transparencia de la organización</i>	360
<i>Liderar el cambio en la organización</i>	361
Desarrollo y administración de las relaciones de la cadena de suministro	362
<i>Riesgo, poder y liderazgo</i>	363
<i>La diversidad de relaciones de la cadena de suministro extendida</i>	364
<i>Sistema integrado de una cadena de suministro</i>	366
<i>Estructuras del sistema</i>	367
<i>El contexto operativo</i>	368
<i>Desarrollo de la confianza</i>	372
Resumen	374
Preguntas desafiantes	375

Capítulo 16

Desempeño operativo, financiero y social 376

Medición de los objetivos del sistema 376

Evaluación operativa 377

Perspectivas funcionales 377

Medición de la atención al cliente 382

Métrica pormenorizada de la cadena de suministro 383

Benchmarking 385

Evaluación financiera 386

Análisis costo-ingresos 386

Modelo de ganancias estratégicas 390

Problemas sociales en la medición del desempeño
de la logística 393

Requerimientos para el control interno 394

Protección de la cadena de suministro 394

Resumen 396

Preguntas desafiantes 396

Epílogo 397

Índice 399

Administración de la logística de la cadena de suministro

En esta primera parte se establece la importancia estratégica de la logística para lograr el éxito en los negocios mediante la creación de valor en las cadenas de suministro regionales y globales. El capítulo uno describe la situación actual en la que las empresas destinan atención especial en la forma de administrar de manera adecuada cadenas de suministro y es precisamente en éstas en donde se aplican procesos logísticos. La logística, el tema principal de este libro, se presenta en el capítulo dos. El concepto de la logística se desarrolla al analizar los modos en que se combinan las actividades relacionadas con la atención al cliente, la fabricación y las adquisiciones del cliente. El capítulo tres describe la importancia de satisfacer los requerimientos del cliente mediante el manejo de una logística adecuada. El valor creado por la logística puede servir como un poderoso impulsor de clientes satisfechos. El capítulo cuatro introduce formas de adquirir y fabricar. La combinación de la atención al cliente, las adquisiciones y la fabricación del cliente representan áreas operativas de una cadena de suministro vinculadas mediante procesos logísticos. Finalmente, en el capítulo cinco, se proporciona un panorama de la tecnología de la información específicamente aplicable a la logística en el manejo de la cadena de suministro. Se desarrolla un sistema que sirve como formato para presentar aplicaciones tecnológicas específicas en la operación y en el diseño de la logística de una cadena de suministro.

Cadenas de suministro del siglo XXI

- La revolución de la cadena de suministro
- Un modelo generalizado de cadena de suministro
- Administración integral
 - Colaboración*
 - Extensión de la empresa*
 - Proveedores de servicios integrados (ISP)*
- Capacidad de respuesta
 - Modelo empresarial predictivo*
 - Modelo empresarial reactivo*
 - Aplazamiento*
 - Barreras que impiden implementar sistemas reactivos*
- Aspectos financieros
 - Conversión de efectivo a efectivo*
 - Minimización del tiempo de residencia*
 - Rotación del efectivo*
- Globalización
- Transformación digital de la empresa
- Resumen

En la década de 1990, el tiempo promedio requerido para que una empresa procesara y entregara mercancía de su almacén a un cliente era de 15 a 30 días, e incluso más. El proceso regular orden-entrega implicaba levantar y transferir un pedido, el cual solía hacerse por teléfono, fax, intercambio electrónico de datos (EDI) o correo; a esta actividad seguía el procesamiento del pedido, el cual requería utilizar sistemas manuales o de cómputo, una autorización de crédito y la asignación del pedido a un almacén y, posteriormente ocurría el envío al cliente. Cuando estos procesos sucedían según lo planeado, el tiempo promedio para que un cliente recibiera el producto era muy lento. Y aún más cuando ocurrían imprevistos, lo cual era frecuente, como una escasez en el inventario, un pedido extraviado o un embarque mal dirigido; estos posibles sucesos aumentaban el tiempo total en la provisión de artículos.

Para contrarrestar estas contingencias, que implicaban pérdida en tiempo y posicionamiento en el mercado, se ponía en práctica la acumulación de inventario. Por ejemplo, los minoristas, los mayoristas y los fabricantes acumulaban existencias de productos idénticos. A pesar de tomar esta medida había escasez de existencias y retrasos en la entrega, en parte debido a la gran cantidad de variaciones en el producto.

Las prácticas empresariales propias del siglo xx, al igual que la estructura de los canales de distribución utilizada para efectuar la entrega, evolucionaron a través de años de experiencia desde la Revolución Industrial. Tales prácticas estaban tan arraigadas que permanecieron vigentes y no fueron analizadas debido a que no existía una alternativa comparable o superior. El proceso de distribución tradicional estaba diseñado para superar retos y alcanzar beneficios que hacía mucho tiempo habían dejado de ser importantes. El mundo industrializado ya no se caracteriza por la escasez. La proliferación de clientes y el deseo de tener a disposición una amplia variedad de productos y servicios continúa en aumento. De hecho, los consumidores actuales demandan una amplia variedad de productos y servicios capaces de satisfacer sus necesidades más particulares. La actitud de los clientes ha cambiado de una aceptación pasiva a la activa participación en el diseño y la entrega de productos y servicios específicos. La capacidad de transportación y el desempeño operativo, se han vuelto cada vez más rentables y confiables. El transporte actual está soportado por complejos sistemas de información que facilitan una entrega predecible y precisa.

En la década de 1990 ocurre un cambio masivo y global como resultado de la tecnología de la información; el mundo del comercio fue afectado de manera irrevocable por la ciencia de la computación, la Internet y diversas opciones prácticas en transmisión de información. Hoy la información se caracteriza por su velocidad de transferencia, facilidad de acceso y exactitud. La Internet se ha convertido en un medio común y redituable utilizado en la realización de transacciones negocio a negocio (B2B). Manejada por estas fuerzas fundamentales ha emergido rápidamente una economía global.

Lo que inició durante la década de 1990, y continúa desarrollándose en el siglo xxi, es lo que los analistas bosquejaron como la **era de la información** o **era digital**. En esta etapa la realidad de la continua conectividad en los negocios ha establecido un nuevo orden de relaciones entre empresas llamado **administración de la cadena de suministro**. Los administradores renuevan las prácticas tradicionales referentes a mercadotecnia, compras y logística. En este nuevo orden de negocios, los productos pueden ser fabricados según especificaciones exactas y ser entregados con rapidez a los clientes en cualquier lugar del mundo. Existen sistemas logísticos con capacidad para entregar productos en el momento preciso. El pedido de un cliente y la entrega de productos pueden realizarse en horas. Las fallas que en épocas anteriores hubieran podido existir en el servicio, son reemplazadas por un compromiso empresarial de cero defectos o lo que se suele denominar desempeño **seis sigma**.¹ **Órdenes de entrega perfectas** —con la cantidad exacta de productos solicitados en el lugar correcto, a tiempo, sin daños y con un adecuado manejo de facturación— que alguna vez fueron la excepción, ahora son la norma. Tal vez lo más importante es el hecho de que este alto nivel de desempeño se consigue a un costo total bajo y comprometiendo menos recursos financieros que en el pasado. Todo este cambio fundamental en la estructura y en la estrategia de negocios empresariales ha sido impulsado principalmente por la tecnología de la información.²

En este capítulo inicial se introduce el modelo empresarial para la administración de la cadena de suministro y la propuesta de valor como una posición estratégica de las empresas contemporáneas. El capítulo describe la evolución que ha experimentado la cadena de suministro en la práctica empresarial. En seguida se presenta el concepto de la cadena de suministro en un sistema estratégico, examinando la administración integral, la capacidad de respuesta, los aspectos financieros, la globalización y la transformación digital como fuerzas impulsoras del surgimiento de la lógica de la cadena de suministro. El objetivo general del capítulo 1 es plantear los retos logísticos con el fin de apoyar una estrategia de cadena de suministro para el siglo xxi. La cadena de suministro se ubica como el sistema estratégico dentro del cual se identifican los requerimientos logísticos y se administran operaciones relacionadas.

¹ Un desempeño seis sigma refleja un nivel de logro que tiene una tasa de error de 3.4 defectos por millón o un porcentaje de perfección de 99.99966.

² Para un análisis y una exemplificación de la agilidad, la adaptabilidad y la alineación de una cadena de suministro, consulte Hau L. Lee, "The Triple A Supply Chain", *Harvard Business Review*, octubre de 2004, pp. 102-112.

La revolución de la cadena de suministro

Lo que los administradores experimentan ahora podemos describirlo como la **revolución de la cadena de suministro** y un **renacimiento logístico** relacionado. Estos dos grandes cambios en la norma y en la práctica acerca del sistema de la mejor práctica de las operaciones de negocios están muy relacionados. Sin embargo, son aspectos significativamente diferentes en el pensamiento estratégico contemporáneo.

La **administración de la cadena de suministro** consiste en la colaboración entre las empresas que persiguen un posicionamiento estratégico común y pretenden mejorar su eficiencia operativa. Por cada empresa involucrada, la relación de la cadena de suministro refleja una decisión estratégica. Una estrategia de cadena de suministro es una disposición de canales basada en una dependencia y una colaboración reconocidas. Las operaciones de la cadena de suministro requieren procesos administrativos que abarcan las áreas funcionales de las empresas individuales y vinculan a los socios comerciales y a los clientes a través de los límites de la organización.

En contraste con la administración de la cadena de suministro, la **logística** es el trabajo requerido para mover y colocar el inventario por toda la cadena de suministro. Como tal, la logística es un subconjunto de una cadena de suministro y ocurre dentro de ésta; es el proceso que crea un valor por la oportunidad y el posicionamiento del inventario. La logística es la combinación de la administración de pedidos, el inventario, el transporte, el almacenamiento, el manejo de materiales y el embalaje integrados por toda la red de una planta. La logística integrada sirve para vincular y sincronizar la cadena de suministro general como un proceso continuo y es esencial para la efectiva conectividad de la cadena de suministro. Aunque el propósito del trabajo logístico ha permanecido esencialmente intacto durante décadas, el modo en que se realiza se sigue modificando de manera radical.

El enfoque fundamental de este libro es la administración logística integrada. Sin embargo, para estudiar la logística, el lector debe tener conocimientos básicos de administración de la cadena de suministro. Las disposiciones asociadas con la cadena de suministro establecen los fundamentos a partir de los cuales se pone en marcha la logística. Como revisaremos brevemente, continúa un cambio drástico en la práctica de la cadena de suministro. Por tal razón, la mejor práctica logística, tal como se describe en este libro, se presenta como una actividad en proceso, sujeta a cambios continuos basados en la naturaleza evolutiva de la estructura y la estrategia de la cadena de suministro. El capítulo 2, Logística, introduce los inicios de la mejor práctica logística y prepara el escenario de la misma en todos los capítulos siguientes.

A primera vista, la administración de la cadena de suministro puede parecer un concepto vago. Un gran error ha sido escribir sobre este tema sin haber planteado una definición formal, una estructura o un vocabulario común. Existe confusión en relación con el ámbito adecuado de lo que constituye una cadena de suministro, en qué medida implica una integración con otras empresas en contraste con la integración de las operaciones internas y cuál es el mejor modo de implementarla en términos de prácticas competitivas y restricciones legales. Para casi todos los administradores, el concepto de la cadena de suministro ha sido implícito porque contempla nuevas disposiciones de carácter empresarial que ofrecen la posibilidad de mejorar la competitividad. El concepto también implica una red efectiva y eficiente de relaciones empresariales que sirven para mejorar la eficiencia al eliminar trabajo duplicado e improductivo. Para comprender de manera más específica lo que constituye la evolución de la cadena de suministro iniciaremos con una revisión de la práctica tradicional con canales de distribución.

Para superar los desafíos del comercio, las empresas desarrollaron relaciones de negocios con otras compañías de productos y servicios para realizar juntas las actividades esenciales. Tal dependencia reconocida fue necesaria para alcanzar los beneficios de la especialización. Los administradores, después de los primeros años posteriores a la Revolución Industrial, comenzaron a planificar estratégicamente la competencia, la especialización y la economía de escala. El resultado fue llegar a comprender que la colaboración con otras empresas era esencial para un éxito continuo. Ninguna empresa podía ser totalmente autosuficiente, idea que contrastaba con

noción anteriores relativas a la integración vertical de la propiedad.³ La dependencia reconocida entre las empresas creó el estudio de lo que se conoce como **distribución** o **canales de mercadotecnia**.

Debido a que era fácil identificar que existían diferentes tipos de empresas, el estudio inicial de las disposiciones de los canales se caracterizó por una clasificación basada en las funciones específicas efectuadas durante el proceso de distribución. Por ejemplo, una empresa pudo haber sido establecida para efectuar los servicios de valor agregado llamados venta al mayoreo. Las empresas que hacían negocios con un mayorista tenían expectativas relacionadas con cuáles servicios recibirían y la compensación que esperaban pagar. Un estudio detallado de las actividades específicas identificó rápidamente la necesidad de liderazgo, un grado de compromiso para la cooperación entre todos los integrantes de los canales, y los medios para resolver conflictos. Los expertos que investigaban la estructura y la estrategia de los canales desarrollaron modelos para clasificar las prácticas observables, que iban de una sola transacción a relaciones de negocios continuas y muy formales.⁴

La característica de la integración de los canales era un concepto bastante vago de que todos los participantes disfrutarían beneficios como resultado de la cooperación. Sin embargo, igualmente debido a una falta de información de alta calidad, la estructura general de los canales se planteó sobre fundamentos contradictorios. Cuando llegó el momento de ponerla en marcha, cada empresa se concentró en sus metas individuales. Por lo tanto, en un análisis final, la dinámica de los canales se caracterizó por un ambiente de competencia despiadada.

Durante la última década del siglo xx, la estrategia y la estructura de los canales comenzó a cambiar de manera radical. Las disposiciones tradicionales de canales de distribución evolucionaron a una práctica con verdadera colaboración que comenzó con el rápido avance de las computadoras y la tecnología para transferir información y después se aceleró con la transformación digital de los negocios. La posibilidad de conectividad por medio de Internet sirvió para facilitar una nueva visión.

Un modelo generalizado de cadena de suministro

El concepto de una cadena de suministro integrada suele ilustrarse mediante un diagrama que relaciona las empresas participantes en una unidad competitiva coordinada. La figura 1.1 presenta un modelo generalizado adaptado para la administración de la cadena de suministro de la Universidad de Michigan.

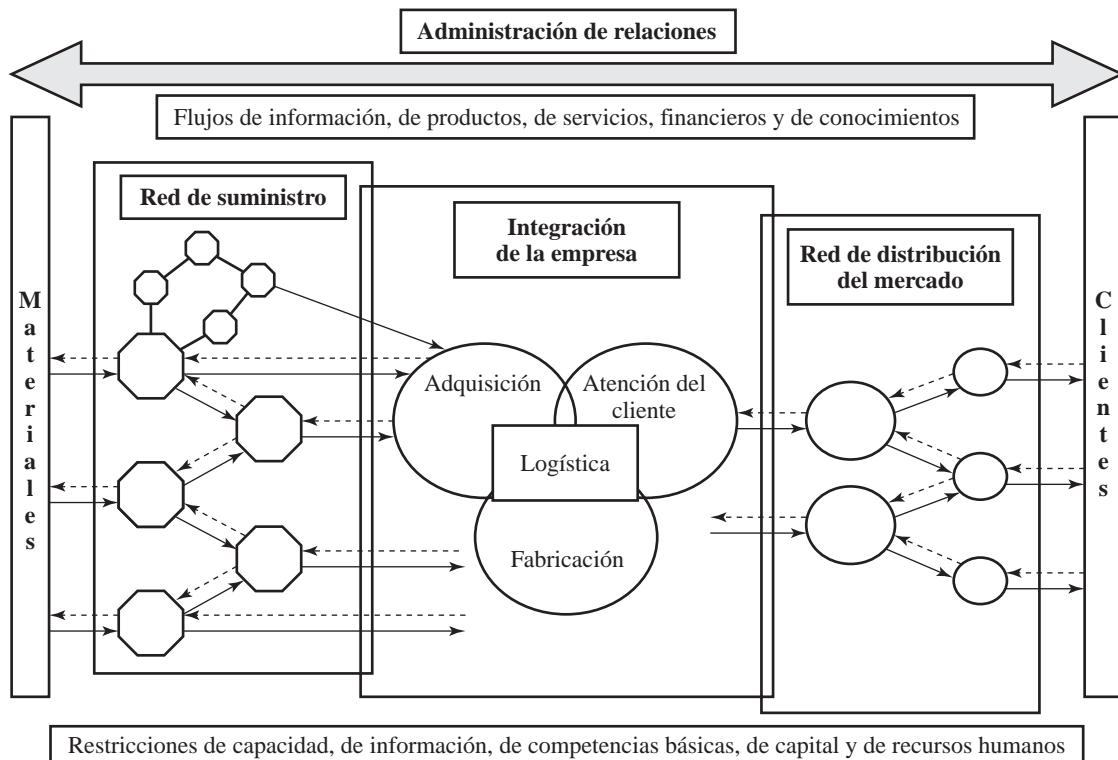
El contexto de una cadena de suministro integrada es una colaboración de varias firmas que considera un sistema de flujos y restricciones de recursos importantes. Dentro de este contexto, la estructura y la estrategia de una cadena de suministro se producen a partir de los esfuerzos que permiten cumplir el compromiso operativo de una empresa con sus clientes, al mismo tiempo que apoyan las redes de distribución y de proveedores para obtener una ventaja competitiva. Por lo tanto, se integran las operaciones de negocios desde la adquisición inicial de materiales hasta la entrega de productos y servicios a los clientes.⁵

Se genera un valor a partir de la sinergia entre las empresas que integran la cadena de suministro con respecto a cinco flujos fundamentales: de información, de producto, de servicio, financiero y de conocimiento (consulte la flecha bidireccional en la parte superior de la figura 1.1). La logística es el conducto principal del flujo de productos y servicios dentro de una disposición

³ Henry Ford, *Today and Tomorrow*, Nueva York: Doubleday, Page and Company, 1926. Reimpreso por Productivity Press, Portland, OR, 1988.

⁴ Por ejemplo, consulte Anne T. Coughlan, Erin Anderson, Louis W. Stern y Adel I. El-Ansary, *Marketing Channels*, 6a. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001.

⁵ Los clientes se definen como puntos de destino en una cadena de suministro. Consumen un producto o lo emplean como una parte o componente integral de un producto o proceso adicional. El punto esencial es que el producto original pierde su configuración única cuando se consume. Las entidades empresariales que adquieren los productos de los fabricantes para reventa, por ejemplo los mayoristas y los minoristas, se consideran clientes intermedios.

FIGURA 1.1 El sistema integrado de la cadena de suministro

de cadena de suministro. Cada empresa involucrada en una de estas cadenas participa al realizar algunos aspectos de la logística general. Este texto se centra en cómo lograr la integración y la eficiencia de la logística.

La disposición generalizada de una cadena de suministro ilustrada en la figura 1.1 vincula una empresa de manera lógica y logística, su red de distribución y de proveedores con los clientes. La figura muestra que el proceso integrado de creación de valor debe comprometerse y administrarse desde la adquisición de materiales hasta la entrega del producto/servicio al usuario final.

La perspectiva integrada de la cadena de suministro cambia las disposiciones de los canales tradicionales desde grupos de empresas independientes, vinculadas sin cohesión, que compran y venden el inventario entre sí a una iniciativa con administración coordinada para aumentar el impacto en el mercado, la eficiencia general, el mejoramiento continuo y la competitividad. En la práctica, muchas complejidades dificultan el ilustrar las cadenas de suministro como diagramas con líneas direccionales. Por ejemplo, muchas empresas individuales participan simultáneamente en cadenas de suministro diversas y competitivas. En la medida en que una cadena de suministro se convierte en la unidad de competencia básica, las empresas que participan en diversas disposiciones enfrentan problemas de lealtad relacionados con la confidencialidad y un posible conflicto de intereses.

Otro factor que hace más complejo comprender la estructura de una cadena de suministro es el alto grado de movilidad y cambio que se observan en las disposiciones comunes. Es interesante observar la fluidez de las cadenas de suministro conforme las empresas entran y salen sin ninguna pérdida evidente de conectividad esencial. Por ejemplo, una empresa y/o un proveedor de servicios pueden participar activamente en una estructura de cadena de suministro durante períodos seleccionados, como una temporada con ventas altas, y no durante el balance de un año.

El principal facilitador en la administración de la cadena de suministro es la tecnología de la información. Además de ésta, la rápida aparición de disposiciones de la cadena de suministro es

impulsada por cinco fuerzas relacionadas: 1) la administración integral, 2) la capacidad de respuesta, 3) aspectos financieros, 4) la globalización, y 5) la transformación digital. Estas fuerzas seguirán impulsando, durante un futuro previsible, las iniciativas de una estructura y una estrategia para la cadena de suministro en casi todas las empresas. Un breve análisis de cada elemento propulsor de la cadena de suministro proporciona un fundamento para comprender los retos que implica su administración en el ajuste del desempeño logístico.

Administración integral

Considerando todos los aspectos relacionados con las operaciones empresariales, la atención se centra en alcanzar una administración integral mejorada. El desafío de tener una administración integrada es el resultado de una larga experiencia realizando y midiendo el trabajo sobre una base funcional. Desde la Revolución Industrial, alcanzar la mejor práctica ha concentrado la atención administrativa en la especialización de funciones.⁶ La idea que prevaleció es que entre mejor es el desempeño de una función específica, mayor es la eficiencia del proceso general. Por más de un siglo, este compromiso fundamental con la eficiencia funcional ha impulsado las mejores prácticas en la estructura de una organización, la medición del desempeño y la contabilidad.

En términos de administración, las empresas tradicionalmente tienen estructurados sus departamentos para facilitar el trabajo enfocado, el establecimiento de rutinas, la estandarización y el control. Se desarrollaron prácticas contables para medir el desempeño de los departamentos. La mayor parte de estas medidas de desempeño se concentraron en funciones individuales. Dos ejemplos de la medición funcional común son el costo por unidad fabricada y el costo por cien unidades transportadas. Las mediciones y las asignaciones entre funciones se limitaban a los costos comunes de todas las áreas funcionales operativas tales como gastos generales, mano de obra, utilidades, seguro, intereses, etcétera.

El desafío fundamental de la administración integral es redirigir el énfasis tradicional en las funciones en un esfuerzo por concentrarse en el cumplimiento de los procesos. Durante las décadas anteriores, se volvió cada vez más evidente que las funciones, realizadas con éxito individualmente en su clase, no necesariamente se combinaron o se agruparon para conseguir el costo total más bajo o los procesos más eficientes. La administración integral de procesos busca identificar y alcanzar el costo total más bajo considerando las ventajas y desventajas que existen entre las funciones. Para ilustrar con un ejemplo logístico, una empresa reduce el costo total para servir a sus clientes como resultado de gastar más en un transporte más rápido y confiable debido a que el costo general del inventario, asociado con el proceso, se reduce en una cantidad mayor de la que se gasta por un transporte de primera calidad. La administración integral se centra en el **costo de proceso total más bajo**, lo cual no necesariamente es el logro del costo más bajo para cada función incluida en el proceso.

El concepto de las ventajas y desventajas, y la meta del costo total más bajo tienen un atractivo lógico. Aunque es engañosamente simple, los administradores siguen encontrando que la identificación, la medición y la implementación de un proceso para minimizar el costo total es una tarea difícil en las operaciones diarias. La disponibilidad de los datos relativos al desempeño de un proceso y las mediciones del costo capaces de cuantificar las ventajas y desventajas entre las funciones, sirvieron para estimular el desarrollo de recursos integrales como el Análisis del costo total, la Ingeniería de procesos y la determinación de Costos basada en actividades (ABC, por sus siglas en inglés).

Tres facetas importantes de la lógica de la cadena de suministro dieron como resultado una mayor atención en la administración integral: 1) la colaboración, 2) la extensión de la empresa, y 3) los proveedores de servicios integrados.

⁶ Frederick W. Taylor, *Scientific Management*, Nueva York: W. W. Norton, 1967.

Colaboración

Como se analizó antes, la historia de las empresas ha estado dominada por un deseo de cooperar, pero siempre conservando un perfil competitivo. Si bien la competencia sigue siendo el modelo dominante que guía la economía de libre mercado, la creciente importancia de la colaboración ha colocado a la cadena de suministro como una unidad de competencia principal. En la economía global actual, las disposiciones de cadena de suministro compiten entre sí por la lealtad de los clientes. Las cadenas de suministro dominadas por Sears Holding, Target y Wal-Mart son competidoras directas en muchos mercados. Se pueden observar comportamientos similares de la cadena de suministro en industrias que van desde el entretenimiento a los alimentos, los automóviles o los químicos. El alcance estratégico global de Limited Logistics Services es un ejemplo de lo compleja que es la administración moderna de la cadena de suministro. Las prendas de vestir se fabrican en todo el mundo y se venden en todas las temporadas de la moda a los clientes en Estados Unidos.

En Estados Unidos, el impulso de institucionalizar el trabajo colaborativo se llevó a cabo en 1984 mediante la publicación de la Ley Colaborativa Nacional para la Investigación y el Desarrollo adquiriendo un mayor impulso mediante las enmiendas de producción de 1993 y 2004.⁷ Esta legislación nacional y su posterior modificación señalaron un cambio fundamental en la filosofía antimonopolio tradicional del Departamento de Justicia. La legislación básica, complementada con reglamentos administrativos, alentaba a las empresas a desarrollar iniciativas de colaboración en un esfuerzo por aumentar la competitividad global de las empresas establecidas en Estados Unidos. La aceptación de que la cooperación era permisible y fortalecida sirvió para estimular la formación de disposiciones de cadena de suministro.

Si bien todas las formas de colusión en los precios continuaron siendo ilegales, la legislación para la colaboración sirvió para facilitar que las empresas compartieran la información operativa, la tecnología y el riesgo como modos para aumentar la competitividad. La respuesta fue una amplia variedad de disposiciones operativas nuevas e innovadoras. Uno de tales descubrimientos fue la visión de la llamada empresa extendida.

Extensión de la empresa

La idea central de la extensión de la empresa difundió la influencia y el control de la administración más allá de los límites del propietario de una sola empresa para facilitar la planificación y las operaciones conjuntas con los clientes y los proveedores. La idea fundamental es que la conducta de colaboración entre las empresas que integran los procesos maximiza el impacto en los clientes, reduce el riesgo general y mejora la eficiencia. La extensión de la empresa se basa en dos paradigmas básicos: la información compartida y la especialización de procesos.

El **paradigma de la información compartida** es la creencia de que alcanzar un alto grado de conducta de cooperación requiere que los participantes de la cadena de suministro compartan voluntariamente la información operativa y planifiquen estrategias de manera conjunta. El ámbito de la colaboración entre las empresas debe abarcar más allá del historial de ventas e incluir planes detallados de la promoción, la introducción de nuevos productos y las operaciones diarias. Es importante destacar que compartir la información para apoyar la colaboración no debe limitarse a los datos de ventas históricos o a los datos precisos de las ventas actuales. Es más importante

⁷ El 11 de octubre de 1984, el presidente Reagan divulgó la Ley Nacional de Investigación en Cooperación (Ley pública 98-462) en un esfuerzo por "promover la investigación y el desarrollo, fomentar la innovación, estimular el comercio y hacer las modificaciones apropiadas y necesarias en la operación de las leyes antimonopolio". Esta ley permite realizar conjuntamente las actividades de investigación y desarrollo hasta el punto donde se desarrollan los prototipos. Además, determina que los litigios antimonopolio deben basarse en el predominio de la razón, y tomar en cuenta todos los factores que afectan la competencia. Una extensión de esta disposición legal fue dada por el presidente Clinton el 10 de junio de 1993. Conocida como Enmienda Nacional para la Producción en Cooperación (Ley pública 103-42), permite que las empresas colectivas vayan más allá de simplemente investigar, para incluir la producción y la prueba de un producto, proceso o servicio. Esto generó una nueva legislación llamada Ley de Investigación y Producción en Cooperación con el fin de reemplazar el decreto de 1984. Además, esta nueva consideración estableció un procedimiento para que las empresas notificaran al Departamento de Justicia y a la Comisión Federal de Comercio sus estatutos en cooperación con el fin de calificar para la "limitación de daños únicos en la responsabilidad civil antimonopolio". En 2004, el presidente Bush da a conocer la ley referida al Avance de Estándares para la Organización del Desarrollo (SDOAA, H. R. 1086) la cual enmendó la correspondiente anterior de 1993 con el fin de incluir la inmunidad para las organizaciones de desarrollo normales y, por lo tanto, validar todavía más la doctrina de colaboración.

estar dispuesto a compartir información sobre las iniciativas estratégicas futuras para facilitar las operaciones conjuntas. El principio guía supone que es esencial compartir información entre los participantes de la cadena de suministro para hacer de manera colectiva todo aquello que los clientes exigen más rápido y con más eficiencia.

El **paradigma de los procesos más especializados** se compromete a concentrar las disposiciones en colaboración en las operaciones conjuntas de planificación, con la meta de eliminar una redundancia no productiva o que no agrega valor a las empresas en una cadena de suministro. La idea básica es diseñar los procesos generales de una cadena de suministro de manera que identifiquen las aptitudes especiales de una empresa, junto con la responsabilidad para realizar cada elemento del trabajo esencial de un modo que maximice los resultados generales.

Las empresas que participan en una cadena de suministro tienen funciones específicas y comparten metas estratégicas. La información compartida y la planificación conjunta reducen el riesgo relacionado con el posicionamiento del inventario. La colaboración elimina el trabajo duplicado o redundante, como la revisión repetitiva de la calidad, al designar y otorgar la responsabilidad completa y contable a un integrante de la cadena de suministro. Tal integración empresarial extendida introduce nuevos desafíos relacionados con la medición, los beneficios y riesgos compartidos, la confianza, el liderazgo y la resolución de conflictos. Es evidente que los desafíos de la colaboración y la extensión de la empresa constituyen nuevos horizontes empresariales. Una tercera fuerza que contribuye al desarrollo de la cadena de suministro es una actitud gerencial que cambia con rapidez hacia los proveedores de servicios integrados.

Proveedores de servicios integrados (ISP)

Como se señaló antes, los orígenes de la empresa contemporánea se basaron en la especialización de funciones. Resulta natural que las empresas desarrollaran la práctica de subcontratar el trabajo a empresas especializadas en el desempeño de funciones específicas. Los dos proveedores de servicios logísticos tradicionales son los especialistas en transporte y en almacenamiento.

La industria del transporte por contrato consiste en miles de transportistas que se especializan en el movimiento de productos entre puntos geográficos. A través de los años, surgió una red por menorizada de transportistas, que proporcionaba a los embarcadores un amplio surtido de servicios, utilizando todas las formas o modos de transporte disponibles y con tecnología relacionada. La propuesta de valor del transporte por contrato se basa en la especialización, la eficiencia y las economías de escala. La capacidad de los transportistas genera un valor al proporcionar servicios de transporte compartidos para varios embarcadores. Las alternativas de transportación para los embarcadores son invertir capital en equipo de transporte y en operaciones o contratar los servicios de los transportistas. Por supuesto, una gran cantidad de empresas desarrollaron soluciones de transporte que combinan los beneficios de estas alternativas.

Además del transporte, una gran cantidad de empresas han proporcionado servicios de almacén. Estas empresas se conocen como **almacenes públicos** y proporcionan un almacenamiento de productos complementado con otros servicios especializados. Se obtienen dos beneficios significativos cuando los embarcadores utilizan almacenes públicos. El primero es la eliminación de inversiones de capital en edificios para almacenar. El segundo es la capacidad para consolidar embarques pequeños para la entrega combinada de productos de otras empresas que deben emplear el mismo almacén público. La consolidación de varios embarcadores adquiere una eficiencia en el transporte que no suele estar disponible cuando una empresa hace envíos desde su propio almacén. Muchas empresas combinan almacenes privados y públicos en una red de distribución adaptable al mercado.

En 1980 el panorama de los servicios por contrato en Estados Unidos cambió de manera notoria. En pocos meses, la infraestructura de regulaciones económicas y políticas para el transporte en Estados Unidos cambió de una regulación económica a una social como resultado de la aprobación de la Reforma Reglamentaria y Modernización del Transporte con Vehículos Automotores (MCA-80) y el Decreto Staggers para Ferrocarriles.⁸ Estos cambios reglamentarios iniciaron una

⁸ Leyes públicas 96-296 y 96-488, respectivamente. Estas leyes, al igual que otras mencionadas aquí, se analizan con mayor detalle en el capítulo 7.

tendencia hacia un mercado del transporte abierto que provocó una regulación económica gubernamental escasa para todas las formas de transporte. Con el tiempo, esta tendencia se extendió en todo el mundo provocando la desregulación del transporte en casi todos los países industrializados con libre mercado.

En contraste con el transporte, el servicio relativo al almacenamiento público no estaba regulado por los gobiernos federal o estatal. Para evitar la reglamentación, casi ninguna de las empresas de almacenamiento ofrecía servicios de transportación. Sin embargo, con la desregulación del transporte, esa práctica cambió pronto y, de la noche a la mañana, las empresas de almacenamiento comenzaron a ofrecer ese servicio. Asimismo, muchos transportistas comenzaron a ofrecer a sus clientes servicios integrados de almacén.

Lo que ocurrió en la industria de los servicios logísticos fue un cambio radical de la subcontratación con una sola función a una con varias funciones. Los **proveedores de servicios integrados** (ISP) empezaron a comercializar diversos servicios logísticos que incluían todo el trabajo necesario para aprovisionar a los clientes, desde la recepción de pedidos hasta la entrega de productos. En muchas situaciones, aumentó la base de los servicios de transporte y de almacén mediante el desempeño de una amplia variedad de servicios especiales. Estos servicios personalizados se suelen describir como **servicios con valor agregado**. Por ejemplo, United Parcel Service (UPS) guarda calzado y ropa Nike en su almacén de Louisville y procesa pedidos cada hora. Toda la comunicación y la administración financiera relacionadas son manejadas por un centro de atención telefónica de UPS. Así, Nike ha subcontratado con UPS de manera eficiente la logística básica y los servicios con valor agregado relacionados.⁹

El nombre común utilizado en toda la industria para describir los ISP es **proveedores de servicios logísticos para terceros o cuartos**. En un sentido general, los ISP se clasifican como **con activo** o **sin activo**, y la diferencia es que las empresas con activos (para terceros) poseen y operan equipo de transporte y edificios para almacenamiento. En contraste, las empresas sin activos (para cuartos) se especializan en proporcionar servicios de información detallados que facilitan las disposiciones de la cadena de suministro. Tales proveedores de servicios para cuartos arreglan los servicios y suelen incluir operadores con activos para terceros a nombre de sus clientes.

Se estima que el mercado de servicios logísticos en 2003 fue de \$76 900 millones de dólares.¹⁰ El crecimiento de los proveedores de servicios integrados facilita la formación y el desmantelamiento de las disposiciones de una cadena de suministro. Por lo tanto, los participantes en la cadena tienen la oportunidad de adquirir las capacidades de lo que representa una red logística virtual. Tal subcontratación ayuda a facilitar la administración integral concentrada en los procesos.

Como ya se analizó, la aparición de la colaboración, la visión de la empresa extendida y el incremento en disponibilidad de proveedores de servicios integrados se combinaron para impulsar de manera radical nuevas soluciones para la cadena de suministro. La noción de los beneficios compartidos y sinérgicos sirvió para confirmar la importancia de las relaciones entre las empresas que colaboran en la cadena de suministro. La lógica de la empresa extendida estimuló visiones de una mayor eficiencia, efectividad y relevancia como resultado de la información compartida, la planeación y la especialización cooperativa entre los participantes en una cadena de suministro. La desregulación del transporte sirvió como un catalizador para el desarrollo de los proveedores de servicios integrados. Este desarrollo sirvió para redefinir y ampliar el ámbito de los servicios especializados disponibles con el fin de facilitar las operaciones de la cadena de suministro. En combinación, estas tres fuerzas ayudaron a crear una administración integral y sirvieron para identificar y confirmar los beneficios estratégicos que ésta brindaba. Se combinaron para reforzar el valor de la especialización y lanzaron los desafíos y la oportunidad de crear cadenas de suministro virtuales.

⁹ Kelly Barron, "Logistics in Brown", *Forbes*, 10 de enero de 2000, p. 78.

¹⁰ Rosalyn, Wilson, 16o. informe anual "State of Logistics", Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL, junio de 2005.

Capacidad de respuesta

Es posible afirmar que los cambios y los beneficios de la administración integral ofrecieron suficientes razones para la revolución de la cadena de suministro. Sin embargo, otras fuerzas básicas siguen haciendo todavía más atractivas las disposiciones en la cadena de suministro. Con el impacto directo de la tecnología de la información ocurrió un cambio de paradigma fundamental en el pensamiento estratégico. La conectividad de la información crea la posibilidad de desarrollar modelos empresariales reactivos. Para detallar las implicaciones de largo alcance de este desarrollo es útil contrastar la práctica empresarial tradicional o **predictiva** con el modelo empresarial **reactivo** basado en el tiempo. Se desarrollaron estrategias para incorporar el aplazamiento, el cual es una estrategia importante en la administración contemporánea de una cadena de suministro.

Modelo empresarial predictivo

Desde la Revolución Industrial, el modelo empresarial dominante ha requerido prever la demanda de los clientes en el futuro. Debido a que no existía información disponible del comportamiento de compras y a que las empresas se relacionaban sin cohesión en los canales de distribución y no se sentían obligadas a compartir sus planes, las operaciones empresariales eran impulsadas por las predicciones. El fabricante común generaba productos con base en una predicción del mercado. Asimismo, los mayoristas, distribuidores y minoristas compraban el inventario con base en sus predicciones y planes promocionales. Debido a que muy a menudo los resultados de la predicción eran erróneos, existía mucha discontinuidad entre lo que las empresas planificaban hacer y lo que, de hecho, terminaban por hacer. Tal discontinuidad solía generar un inventario no planificado. Debido al elevado costo y al riesgo asociados que implicaba hacer negocios de manera predictiva, se originó que la relación prevaleciente entre los socios comerciales fuera antagónica; cada compañía necesitaba proteger sus propios intereses.

La figura 1.2 ilustra las etapas comunes en el modelo empresarial predictivo: predicción, compra de materiales, fabricación, almacenamiento, venta y entrega. En las empresas no manufactureras, las operaciones implicaban una compra anticipada del surtido del inventario para incorporar las ventas esperadas. El punto importante es que casi todo el trabajo esencial se realizaba antes de los requerimientos futuros. La probabilidad de valorar de manera errónea las necesidades de los clientes hacía muy riesgoso el modelo empresarial predictivo. Además, cada empresa en el canal de distribución duplicaba el proceso de predicción.

Modelo empresarial reactivo

La diferencia fundamental entre las disposiciones predictiva y reactiva de una cadena de suministro es la oportunidad. El modelo empresarial reactivo busca reducir o eliminar la dependencia en las predicciones mediante una planeación conjunta y un rápido intercambio de información entre los participantes de la cadena de suministro.

La disponibilidad de información de bajo costo ha creado una *competencia basada en el tiempo*. Los administradores comparten cada vez más información para mejorar la velocidad y la precisión de la logística de la cadena de suministro. Por ejemplo, los administradores comparten información para mejorar la precisión de una predicción o incluso eliminar las predicciones en un esfuerzo para reducir un despliegue del inventario predictivo. Esta transformación de negocios predictivos a reactivos es posible debido a que los administradores actuales cuentan con la tecnología para obtener y compartir con rapidez información precisa de las ventas y ejercer un

FIGURA 1.2 El modelo empresarial predictivo

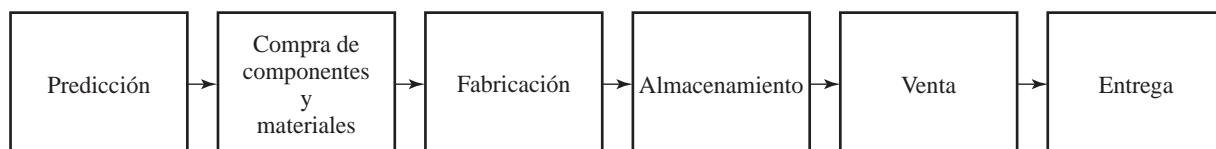
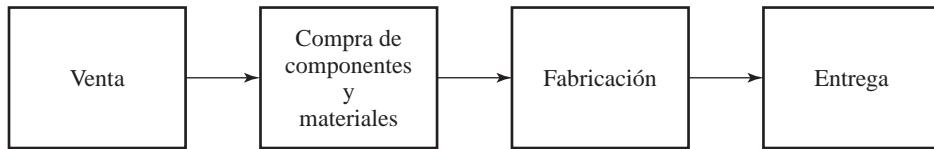


FIGURA 1.3
El modelo empresarial reactivo



mejor control operativo. Cuando todos los integrantes de la cadena de suministro sincronizan sus operaciones, existen oportunidades para reducir el inventario general y eliminar costosas prácticas duplicadas. Y lo que es más importante, es posible ofrecer a los clientes con rapidez los productos que demandan.

La figura 1.3 ilustra un modelo empresarial reactivo que fabrica o ensambla productos según el pedido de un cliente. La diferencia fundamental en los modelos reactivos es la secuencia de eventos que dirige la práctica empresarial. También se percibe, en comparación con la figura 1.2, que se requieren menos pasos para culminar el proceso reactivo. Menos pasos suele representar menos costos y menos tiempo transcurrido desde la consignación del pedido hasta la entrega. La secuencia reactiva se inicia con una venta seguida por una secuencia de adquisición de materiales, fabricación personalizada y entrega directa al cliente.

De muchas maneras, el modelo empresarial reactivo es similar a la fabricación sobre pedido tradicional. Las diferencias principales entre las operaciones reactivas modernas y la fabricación sobre pedido tradicional son el tiempo para la ejecución y el grado posible de personalización. Aunque se observan ejemplos basados en la respuesta en muchas industrias diferentes, el modelo operativo desarrollado por Dell Corporation ha recibido mucha atención. En 2004, Dell perfeccionó un modelo de distribución reactiva en donde las computadoras vendidas en Estados Unidos se fabricaban sobre pedido en China y se entregaban a los clientes en Estados Unidos en un ciclo de cinco días entre el pedido y la entrega.

En términos del tiempo para ejecutar el pedido hasta la entrega, el sistema reactivo contemporáneo es mucho más rápido que el modelo de fabricación sobre pedido tradicional. Cada vez se vuelve una práctica más común reabastecer el inventario de una tienda minorista a diario. Se promete la entrega de automóviles personalizados en diez días hábiles, con la meta de reducir todavía más el ciclo desde el pedido hasta la entrega. Tales ciclos comprimidos desde el pedido hasta la entrega ni siquiera eran imaginables hace algunos años.

Un atributo todavía más atractivo de las cadenas de suministro reactivas es la posibilidad de personalizar los productos en pedidos más pequeños de lo que era normal en la fabricación sobre pedido tradicional con lotes grandes. La conectividad directa con los clientes a través de comunicaciones por Internet acelera la personalización. En casi todos los sistemas de distribución predictiva tradicionales, el cliente era un participante pasivo. Casi el único poder del cliente en el proceso tradicional es la decisión de comprar o no. La participación directa de los clientes en un proceso reactivo tiene cuando menos tres beneficios. Primero, la participación aporta una amplia capacidad de búsqueda que sirve para ampliar el rango de fuentes y opciones que puede considerar un cliente al elegir un producto o servicio. Segundo, los clientes están mejor informados acerca de los precios y, en algunas situaciones, son capaces de impulsar precios ventajosos debido a las licitaciones y las subastas. Por último, los sistemas reactivos con mucha información aportan innovaciones como un **tablero de opciones para el cliente** en donde es él quien diseña o personaliza su propia configuración del producto.¹¹

Aplazamiento

En el centro de la competencia basada en el tiempo está la capacidad para aplazar la personalización y la puntualidad del cumplimiento logístico. El concepto de **aplazamiento** se ha analizado desde hace mucho tiempo en la literatura empresarial.¹² Sin embargo, los ejemplos prácticos sobre

¹¹ Adrian J. Slywotzky, "The Age of the Choiceboard", *Harvard Business Review*, enero-febrero de 2000, pp. 40-41; y Jarrus D. Pagh y Martha C. Cooper, "Supply Chain Postponement and Speculation Strategies: How to Choose the Right Strategy", *Journal of Business Logistics* 19, núm. 2, 1998, pp. 13-28.

¹² Wroe Alderson, *Marketing Behavior and Executive Action*, Homewood, IL: Richard D. Irwin, Inc., 1957, p. 426. Para un análisis más contemporáneo del aplazamiento, consulte B. Joseph Pine II, Bart Victor y Andrew C. Boynton, "Making Mass Customization Work", *Harvard Business Review*, septiembre-octubre de 1993, pp. 108-119.

este concepto se relacionan directamente con avances en la tecnología de la información. Las estrategias y prácticas de aplazamiento sirven para reducir el riesgo previsto en el desempeño de la cadena de suministro. Como se señaló antes, las disposiciones predictivas requieren que se produzca y se despliegue más inventario con base en las predicciones o los requerimientos planificados. Las disposiciones funcionales, que permiten el aplazamiento de la fabricación o la distribución final de un producto hasta la recepción de un pedido, reducen la incidencia de una fabricación errónea o de un despliegue incorrecto del inventario. Son comunes dos tipos de aplazamiento en las operaciones de la cadena de suministro muy reactivas: 1) **aplazamiento de fabricación o de formación**, y 2) **aplazamiento geográfico o logístico**.

Aplazamiento de la fabricación

El clima competitivo global del siglo xxi facilita el desarrollo de nuevas técnicas de fabricación diseñadas para aumentar la flexibilidad y la capacidad de respuesta, al mismo tiempo que mantienen el costo unitario y la calidad. La práctica tradicional se ha concentrado en lograr una economía de escala al planear extensos tirajes de fabricación. En contraste, la lógica de la fabricación flexible es impulsada por el deseo de aumentar la capacidad de respuesta a la demanda del cliente.

La fabricación reactiva enfatiza la flexibilidad. La visión del **aplazamiento de la fabricación o de la formación** es donde los productos se fabrican un pedido a la vez, sin trabajo de preparación ni adquisición de componentes, hasta que se conocen por completo las especificaciones exactas del cliente y se recibe una confirmación de compra. Este sueño de fabricar sobre pedido no es nuevo. Lo novedoso es la expectativa de que la fabricación flexible puede lograr tal capacidad de respuesta sin sacrificar la eficiencia. En la medida que la tecnología pueda apoyar las estrategias de fabricación flexible determinadas por el mercado, las empresas se liberan de las operaciones controladas por las predicciones.

En la práctica no se puede ignorar la fabricación económica en lotes grandes. El reto es cuantificar las ventajas y desventajas de costos entre la adquisición, la fabricación y la logística. En este punto, basta con comprender que las ventajas y desventajas están entre el costo y el riesgo asociados con la fabricación predictiva y la pérdida de economía de escala resultado de la introducción de procedimientos flexibles. La reducción en la fabricación de lotes grandes requiere un compromiso entre la preparación de la línea, los cambios de turnos y los gastos de adquisición que esto genera, equilibrados contra el costo y el riesgo asociados con la acumulación de un inventario terminado. En el estilo de administración funcional tradicional, los programas de fabricación se establecieron para alcanzar el costo unitario de producción más bajo. Esto puede requerir el aplazamiento de la fabricación y algún sacrificio del costo unitario para lograr una eficiencia general de la cadena de suministro.

La meta operativa del aplazamiento de la fabricación es mantener los productos en un estado neutral o no comprometido el mayor tiempo posible. La aplicación ideal del aplazamiento de la formación es fabricar un producto estándar o base en cantidades suficientes para alcanzar la economía de escala, al mismo tiempo que se difiere la finalización de las características, como el color o los accesorios, hasta que se confirme el compromiso del cliente. Dado un escenario de fabricación dirigida por el aplazamiento, se introduce en la ecuación logística una economía de ámbito al producir un producto estándar o básico con el fin de atender una amplia variedad de clientes diferentes. Uno de los primeros ejemplos comercialmente viables de aplazamiento de la fabricación fue mezclar la pintura de colores en las tiendas de menudeo para atender los requerimientos individuales de los clientes. El perfeccionamiento de un proceso de mezcla dentro de las tiendas redujo de manera notable la cantidad de unidades de existencias requeridas en las tiendas. En vez de tener inventarios de pintura de colores mezclados con anticipación, las tiendas guardan los colores básicos y personalizan los pedidos específicos.

En otras industrias, la práctica de fabricación es procesar y guardar el producto a granel, y aplazar la configuración final de empacado hasta recibir los pedidos de los clientes. En algunas situaciones, los productos se procesan y se empacan en botes y la aplicación de una etiqueta con la identificación de la marca se aplaza hasta que se reciben los pedidos específicos de los clientes. Otro ejemplo de aplazamiento de la fabricación es la creciente práctica de los distribuidores de

automóviles, aparatos eléctricos y motocicletas de instalar accesorios a solicitud del cliente en el momento de la compra, con lo cual personalizan los productos.

Estos ejemplos de aplazamiento de la fabricación poseen una característica en común: reducen el número de unidades en existencias en el inventario, al mismo tiempo que apoyan un esfuerzo de mercadotecnia de línea amplia y conservan la economía de escala de la fabricación masiva. Hasta antes de que se personaliza el producto, éste puede servir para muchos clientes diferentes.

El impacto del aplazamiento de la fabricación es doble. Primero, se reduce la variedad de productos diferenciados, trasladados en previsión de una venta y, por lo tanto, es más bajo el riesgo de que funcione mal la logística. El segundo impacto, y tal vez el más importante, es la mayor utilización de las facilidades logísticas para efectuar una fabricación ligera y un ensamblado final. En la medida de que en la fabricación no exista un alto grado de talento especializado ni una economía de escala muy restrictiva, es mejor delegar y realizar la personalización del producto cerca del mercado destino del cliente. La misión tradicional de los almacenes logísticos en algunas industrias ha cambiado significativamente para incorporar el aplazamiento de la fabricación.

Aplazamiento geográfico

De muchas maneras, el **aplazamiento geográfico o logístico** es exactamente lo opuesto del aplazamiento de la fabricación. La noción básica del aplazamiento geográfico es fabricar y almacenar un inventario de línea completa en uno o varios lugares estratégicos. El despliegue del inventario de envíos se pospone hasta que se reciben pedidos del cliente. Una vez iniciado el proceso logístico, se hacen todos los esfuerzos por acelerar el movimiento económico de los productos directamente a los clientes. Bajo el concepto del aplazamiento geográfico, el riesgo predictivo del despliegue del inventario se elimina por completo, al mismo tiempo que se conserva la economía de escala de la fabricación.

Muchas aplicaciones de aplazamiento geográfico se relacionan con piezas para el suministro de servicios. Las piezas fundamentales y con un costo alto se conservan en un inventario central con el fin de asegurar su disponibilidad para todos los clientes posibles. Cuando ocurre la demanda, los pedidos se transmiten electrónicamente a un centro de servicio y se efectúan embarques expeditos directo al centro de servicio, mediante un transporte rápido y confiable. El resultado final es un servicio al cliente muy confiable con una inversión reducida del inventario general.

El potencial del aplazamiento geográfico ha sido facilitado por una mayor capacidad del sistema logístico para procesar, transmitir y entregar requerimientos de pedidos precisos con un alto grado de exactitud y rapidez. El aplazamiento geográfico reemplaza la entrega acelerada de requerimientos de pedidos precisos para el despliegue predictivo del inventario a los almacenes del mercado local. A diferencia del aplazamiento de la fabricación, los sistemas que utilizan el aplazamiento geográfico conservan economías de escala de fabricación, al mismo tiempo que cumplen los requerimientos de servicio del cliente al acelerar sus embarques directos.

Los aplazamientos de fabricación y geográfico combinados, ofrecen modos alternos de tener la distribución predictiva al esperar hasta que se reciban los compromisos de los clientes. Los factores que favorecen una u otra forma de aplazamiento dependen del volumen, el valor, las iniciativas competitivas, las economías de escala, la velocidad y la consistencia de la entrega requeridas por el cliente. En un número cada vez mayor de cadenas de suministro se combinan estos dos tipos de aplazamiento para crear una estrategia muy flexible.

Barreras que impiden implementar sistemas reactivos

En la realidad, las mejores prácticas actuales para la cadena de suministro no reflejan un diseño muy predictivo o reactivo. Casi todas las empresas establecidas permanecen, en gran medida, comprometidas con las prácticas predictivas. Sin embargo, las estrategias reactivas crecen con rapidez. Tal vez la mayor barrera para adoptar una disposición reactiva es la necesidad de que las corporaciones con participación pública conserven ganancias planificadas trimestralmente.

Esta responsabilidad crea expectativas relacionadas con las ventas y los resultados financieros continuos. Tales expectativas suelen impulsar estrategias promocionales y de determinación de precios con el fin de “cargar los canales” con un inventario para crear ventas oportunas. Por otro

lado, nunca es oportuno hacer una reducción importante en el inventario de los canales. Los esfuerzos para reducir o descargar el inventario con el fin de implementar una posición operativa más reactiva requieren que los participantes de la cadena de suministro puedan absorber por una sola vez la reducción de las ventas. Los negocios iniciales tienen una posición ideal para implementar sistemas de satisfacción reactiva porque no encaran el desafío de hacer este cambio.

Una segunda barrera para implementar operaciones reactivas es la necesidad de establecer relaciones en colaboración. La mayoría de los administradores de empresas simplemente no tienen la capacitación o la experiencia en el desarrollo de disposiciones en colaboración diseñadas para compartir beneficios y riesgos. Si bien los administradores suelen expresar un alto grado de confianza en el potencial a largo plazo de las alianzas reactivas, también suelen enfrentar una perceptible frustración relacionada con el modo de implementar tales disposiciones en la cadena de suministro.

Para el futuro previsible, casi todas las empresas seguirán implementando estrategias que combinen disposiciones predictivas y reactivas de la cadena de suministro. Seguirá en aumento la tendencia hacia una mayor participación en las disposiciones reactivas con clientes y proveedores específicos.

Aspectos financieros

Pocos administradores cuestionan los beneficios de aplicar las estrategias basadas en el tiempo que hemos analizado a las operaciones de una cadena de suministro. Sin embargo, una pregunta válida es, ¿qué tan rápido es suficiente? La velocidad simplemente por ser veloz tiene poco valor duradero, si llega a tenerlo.¹³ La respuesta en relación con la velocidad conveniente se encuentra en el impacto financiero. El proceso de crear valor determina que se justifican los modos más rápidos, flexibles y precisos para atender a los clientes siempre y cuando se proporcionen a precios competitivos. Una tercera fuerza que impulsa una estrategia de cadena de suministro competitiva es la capacidad para administrar de una manera más oportuna con el fin de lograr disposiciones de trabajo financieramente más atractivas.

Los beneficios funcionales de una respuesta oportuna son directos. Una entrega rápida se traduce en menos inventario y menor necesidad de plantas de distribución. Para los clientes, más rápido significa que se requiere menos capital de trabajo para apoyar las operaciones de la cadena de suministro. Tres aspectos financieros son la conversión de efectivo a efectivo, la minimización del tiempo de residencia y la rotación del efectivo.

Conversión de efectivo a efectivo

El tiempo requerido para convertir la materia prima o las compras del inventario en ingresos por ventas se denomina **conversión de efectivo a efectivo**. Ésta se suele relacionar con la rotación del inventario: entre más alta es la rotación del inventario, más rápida es la conversión del efectivo. Una meta del diseño de una cadena de suministro es reducir y controlar el tiempo desde la recepción de un pedido hasta la entrega, en un esfuerzo por acelerar la rotación del inventario.

En las disposiciones empresariales tradicionales, los beneficios relacionados con la conversión de efectivo a efectivo se han disfrutado a costa de los socios empresariales. Dadas ciertas prácticas comunes de descuentos por compras y facturación, es operativamente posible para las empresas vender mercancía con rapidez y todavía calificar para descuentos por pronto pago. Por ejemplo, los términos de ventas que ofrecen un descuento de 2% neto por un pago en 10 días (2% neto 10) significa que se gana un descuento por pronto pago si la factura se paga 10 días después del tiempo de entrega. Por lo tanto, si la factura es de 1 000 dólares, un pago realizado dentro de los primeros 10 días obtendrá un descuento de 20 dólares.

Si la empresa vende el producto en efectivo antes de la fecha de pago de la factura, obtiene un inventario que no cuesta nada y puede incluso obtener un interés al invertir el efectivo mientras espera la fecha de pago.

¹³ George Stalk, Jr. y Alan M. Webber, "Japan's Dark Side of Time", *Harvard Business Review*, julio-agosto de 1993, pp. 93-102.

En los sistemas reactivos, los beneficios de la conversión de efectivo a efectivo se comparten al administrar la velocidad del inventario a través de la cadena de suministro. Esta capacidad para administrar la velocidad del inventario desde el origen hasta el destino final puede alcanzar eficiencias generales más grandes que las accesibles para una sola empresa. Las operaciones coordinadas pueden requerir que una empresa designada en la cadena de suministro funcione como el lugar principal para la acumulación del inventario. Tal práctica significa que las empresas participantes necesitan compartir los riesgos y los beneficios relacionados con el inventario. Para facilitar tales disposiciones, los integrantes de una cadena suelen reemplazar los descuentos con un **precio neto exacto**.¹⁴

Dicho precio significa que todos los descuentos y rebajas son un factor en el precio de venta. Por lo tanto, los incentivos para el pago oportuno son reemplazados por compromisos de desempeño detallados en un precio neto especificado. El pago de una factura, basado en el precio neto negociado, se completa al verificarse la recepción física. Tal pago suele ocurrir en la forma de una transferencia electrónica de fondos (EFT, por sus siglas en inglés), lo cual optimiza el flujo de los artículos físicos y el efectivo entre los participantes de la cadena de suministro. Administrar la logística de la cadena de suministro como un proceso sincronizado continuo también sirve para reducir el tiempo de residencia.

Minimización del tiempo de residencia

Las disposiciones de distribución tradicionales suelen implicar unidades empresariales independientes integradas sin cohesión de una transacción a otra. Las operaciones empresariales tradicionales son impulsadas por una serie de transacciones **independientes** amortiguadas mediante el inventario. En contraste, una cadena de suministro funciona como una serie sincronizada de unidades empresariales **interdependientes**.

En el núcleo del aprovechamiento operativo de la cadena de suministro está la disposición para transferir el inventario según se requiera, aprovechando lo más posible la colaboración y la información. Estas últimas se concentran en mantener el flujo continuo y la velocidad del inventario por toda la cadena de suministro. El potencial de tal sincronización es un beneficio fundamental de la conectividad de la cadena de suministro.

Una medida importante de la productividad de la cadena de suministro es el **tiempo de residencia**. Éste se refiere a la proporción del tiempo que un artículo permanece inactivo y el tiempo requerido para satisfacer su misión designada en la cadena de suministro. Por ejemplo, el tiempo de residencia sería la proporción del tiempo que una unidad del inventario está en almacenamiento entre el tiempo que se mueve o contribuye de algún modo para lograr objetivos de ventas u operativos.

Para reducir el tiempo de residencia, las empresas que colaboran en una cadena de suministro necesitan estar dispuestas a eliminar el trabajo duplicado y sin valor agregado. Por ejemplo, si tres diferentes empresas realizan procesos idénticos mientras un producto fluye a lo largo de una cadena de suministro, se acumularán los tiempos de residencia. Designar a una empresa específica para que realice y sea responsable del trabajo con valor agregado sirve para reducir la residencia general.

Asimismo, la entrega oportuna y el flujo continuo del inventario entre los participantes de la cadena de suministro reducen la residencia. Cuando un producto fluye de un proveedor a un minorista sin llegar a posarse o desviarse hacia el almacén, se minimiza el tiempo general de residencia. La capacidad de reducir la inversión en el inventario y el activo relacionado es un beneficio colateral de reducir el tiempo de residencia y el costo logístico asociado.

Rotación del efectivo

Un término popular para describir los beneficios potenciales de reducir el activo a través de una cadena de suministro es la **rotación del efectivo**, también denominada **rotación libre del efectivo**.¹⁵ El concepto es reducir el activo general comprometido para el desempeño de la cadena

¹⁴ La determinación logística de los precios se analiza en el capítulo 11.

¹⁵ Gene Tyndall *et al.*, *Supercharging Supply Chains*, Nueva York: John Wiley & Sons, 1988, p. 1.

de suministro. Por lo tanto, si mediante una reingeniería de la cadena de suministro se elimina un dólar del inventario o la inversión en un almacén, se genera una rotación del efectivo con disposición a volverse a emplear. El capital libre se puede reinvertir en proyectos que de otra forma podrían considerarse muy riesgosos.

Es obvio que la oportunidad de la rotación del efectivo no es exclusiva de la cadena de suministro. La posible rotación de efectivo se puede aplicar a todas las áreas de una empresa. Lo que hace tan atractiva la posibilidad de la rotación del efectivo de la cadena de suministro es la oportunidad de colaborar entre las empresas.

Los beneficios provenientes de la conversión de efectivo a efectivo, el tiempo de residencia reducido y la rotación del efectivo se combinan para aumentar el atractivo financiero de una colaboración eficaz. Otra fuerza importante que impulsa la expansión de la administración de una cadena de suministro es la creciente participación de muchas empresas en operaciones internacionales.

Globalización

Un estimado conservador es que hasta 90% de la demanda global no es cubierta por completo mediante un suministro local. La demanda actual acoplada con una población mundial proyectada para aumentar un promedio de 200 000 personas diarias durante la siguiente década es igual a una oportunidad de mercado sustancial. El rango de crecimiento potencial producto/servicio varía en gran magnitud entre las economías industrializadas y las emergentes. En los sectores industrializados de la economía mundial, las oportunidades se concentran en los productos para el cliente con mayor poder adquisitivo. Estas economías más avanzadas ofrecen oportunidades substanciales para la venta de productos combinada con servicios de valor agregado. Si bien es cierto que los clientes en los países en desarrollo tienen un poder de compras relativamente menor que los de países industrializados, es enorme la demanda de productos básicos y artículos de primera necesidad en tales economías. Los clientes en los países en desarrollo están más interesados en la calidad de vida básica que en la moda o en la tecnología. Por ejemplo, las crecientes poblaciones de India y China ofrecen enormes oportunidades de mercado para productos básicos como alimentos, ropa y artículos duraderos como refrigeradores y lavadoras. Las empresas con metas de crecimiento ambiciosas no pueden descuidar la comercialización en el mercado global.

Además del potencial de ventas, la participación en negocios globales es impulsada por oportunidades importantes que aumentan la eficiencia operativa. Tales eficiencias operativas son realidades al menos en tres áreas. Primero, el mercado global ofrece una oportunidad importante para contratar estratégicamente materia prima y componentes. Segundo, se tienen significativas ventajas de mano de obra al establecer plantas de fabricación y distribución en los países en desarrollo (“establecer operaciones en el extranjero”). Tercero, existe una legislación fiscal favorable que hace muy atractiva la realización de operaciones de valor agregado en países específicos.

La decisión de participar en operaciones globales para lograr un crecimiento del mercado y disfrutar la eficiencia operativa sigue una ruta natural de la expansión empresarial. Las empresas suelen entrar al mercado global al efectuar operaciones de importación y exportación. Tales transacciones constituyen una porción significativa de los negocios internacionales globales. La segunda etapa de la internacionalización implica el establecimiento de una empresa con presencia local en áreas comerciales de otros países. Tal presencia puede ser, desde una franquicia y concesiones a negocios locales hasta el establecimiento de plantas de fabricación y distribución. La principal diferencia entre la participación en importaciones y exportaciones, y el establecimiento de una presencia local es el grado de inversión y la participación administrativa característica de la etapa dos. La tercera etapa de la internacionalización es la realización de operaciones empresariales completas dentro y a través de las fronteras internacionales. La fase más avanzada de la participación internacional se suele denominar **globalización**.

La logística de la internacionalización implica cuatro diferencias importantes en comparación con las operaciones nacionales o regionales. Primero, la **distancia** de las operaciones normales desde el pedido hasta la entrega es mucho más grande en los negocios internacionales en comparación con los locales. Segundo, para cumplir las leyes y los reglamentos de los cuerpos gubernan-

mentales, la **documentación** requerida de las transacciones comerciales es mucho más compleja. Tercero, las operaciones logísticas internacionales deben diseñarse para enfrentar una significativa **diversidad** en las prácticas laborales y en el ambiente operativo local. Cuarto, para que las operaciones logísticas tengan éxito es esencial la incorporación de las variaciones culturales en el modo en que los clientes **demandan** los productos y los servicios.

Por último, el comercio en el siglo XXI se efectúa dentro de una constante amenaza de terrorismo, lo cual requiere una mayor protección. La intensidad y la severidad de la irrupción del terrorismo afectan el embarque mismo y la posibilidad de que se utilice la infraestructura logística como un medio para entregar dispositivos explosivos y químicos. La seguridad en la logística global se analiza con mayor detalle en el capítulo 12. Es importante comprender que para que una cadena de suministro se vuelva global de manera exitosa, es necesario dominar los retos logísticos asociados.

Si bien los principios y los ideales logísticos de la integración de una cadena de suministro en esencia son los mismos a nivel global y local, las características anteriores vuelven más complejos y costosos los ambientes operativos. Se calcula que el costo de la logística a nivel global supera los seis billones de dólares al año.¹⁶ Tal gasto se justifica en términos de la expansión del mercado potencial y las eficiencias operativas. Sin embargo, la exposición al riesgo relacionada con la capitalización en la administración internacional de una cadena de suministro y sus componentes logísticos requieren estrategias y prácticas operativas integradas.

Transformación digital de la empresa¹⁷

El siglo XXI es testigo de la adopción creciente de una forma extensa y novedosa de administración del cambio denominada **transformación digital de la empresa** (DBT, por sus siglas en inglés). La premisa básica de la DBT implica una valoración y una reinvención completa de la operación general de una empresa para asegurar que se desplieguen por completo los beneficios de la tecnología de la información moderna. La DBT aborda la reinvención y el posicionamiento de las operaciones, los procesos y las relaciones empresariales para explotar por completo la información tecnológica y para facilitar la colaboración en una cadena de suministro con el fin de alcanzar niveles sin precedente de excelencia operativa.

Al concentrarse en la tecnología de la información, la DBT busca enfrentar al mismo tiempo los retos y explotar las oportunidades inherentes al integrar la administración, la capacidad de respuesta, los aspectos financieros y la globalización. El creciente alcance de Internet proporciona un sistema de información que puede reemplazar la tradicional comunicación uno a uno, uno a varios o varios a uno mediante una conectividad varios a varios basada en la Web. Existe el potencial para que todas las empresas que participan en una cadena de suministro tengan acceso al mismo tiempo a la misma información estratégica y operativa. El potencial de la DBT es la distribución sincronizada de la información y el conocimiento a través de la cadena de suministro. En esencia, la DBT es el modelo avanzado que realiza la transición de la era industrial a la era de la información.

La figura 1.4 presenta un resumen de la DBT en forma de paradigmas clave. Los seis paradigmas hablan de la mentalidad que deben adoptar los líderes mientras navegan por la DBT. Es evidente que la transformación digital no es un proyecto elaborado por una empresa consultora ni una iniciativa de mejoramiento eventual. Es el proceso de reinventar una empresa para digitalizar las operaciones y formular una cooperación extendida en la cadena de suministro.

¹⁶ Donald J. Bowersox, Roger J. Calantone y Alexander M. Rodriguez, "Estimation of Global Logistics Expenditures Using Neural Networks", *Journal of Business Logistics* 26, núm. 2, 2005, pp. 1-16.

¹⁷ El análisis siguiente se basa en Donald J. Bowersox, David J. Cross y Ralph Drayer, "The Digital Transformation: Technology and Beyond", *Supply Chain Management Review*, enero de 2005, pp. 22-29.

FIGURA 1.4
Los seis paradigmas de la transformación digital

Fuente: Reimpreso con autorización de Donald J. Bowersox, David J. Closs y Ralph Drayer, "The Digital Transformation: Technology and Beyond", *Supply Chain Management Review*, enero de 2005, pp. 22-29.

Seis paradigmas parecen delimitar el reto de la transformación digital de las empresas. Dichos paradigmas son conocidos como las "seis F" en el ámbito digital y se refieren a la actitud mental que deben adoptar los líderes cuando comienzan a reconfigurar cada aspecto de su organización que contribuirá con un valor económico.

1. Administración basada en hechos (Fact-Based Management): Se refiere a un compromiso para (e incluso una obsesión con) desarrollar información precisa sobre cada faceta de lo que hace la organización y lo que necesita hacer. La administración basada en hechos responde a preguntas como: ¿Por qué proporcionamos este servicio? ¿Qué valor agregado proporciona a los clientes? ¿Cuáles son nuestras expectativas precisas de desempeño? ¿Cómo cumplimos y medimos con exactitud estas expectativas? Los hechos no se refieren a promedios, abordan los resultados específicos del desempeño en términos de clientes específicos. Los administradores deben aprender a comprender y actuar con rapidez sobre estos resultados en función de un producto específico y en el lugar de compra del cliente.

2. Flexibilidad (Flexible): Dirigidas por los hechos, las empresas exitosas muestran una inherente capacidad para adaptar las operaciones con rapidez con el fin de buscar un nuevo curso de acción. Al enfrentar una oportunidad de desarrollo importante, son lo bastante ágiles para hacer ajustes y comprometer los recursos necesarios para capitalizar la oportunidad.

3. Atención en el efectivo (Focus on Cash): Una empresa existe para generar efectivo. Las ganancias trimestrales o anuales no alimentan el éxito a largo plazo. La única medida significativa al final de cualquier día, semana, mes o año es el saldo del efectivo. Mientras efectúan una transformación a lo digital, las empresas deben recordar que el efectivo paga las facturas, los sueldos y los salarios, además de pagar los dividendos de los accionistas. La atención debe centrarse primero en el efectivo, después en el efectivo y siempre en el efectivo.

4. Recuperación rápida de la inversión (Fast Return on Investment, ROI): Una empresa necesita hacer inversiones continuas en productos nuevos, servicios, tecnología, personal e industria. Todas las inversiones se hacen con una expectativa de retorno financiero. Sin embargo, el nuevo requerimiento no es sólo altas tasas de retorno, sino altas tasas de retorno *rápido*. Es necesario acortar los períodos de reembolso y producir retornos positivos en el menor tiempo posible; lo cual se traduce en efectivo.

5. Intercambiable (Fungible): Significa que el diseño de los procesos empresariales es modular y éstos se intercambian con facilidad. La modularidad permite la flexibilidad en el diseño del proceso y una máxima incorporación de los principios de aplazamiento y aceleración. Las características operativas de agilidad, flexibilidad, sustentabilidad, escala, ámbito y capacidad de respuesta son atributos de las organizaciones intercambiables.

6. Sobriedad (Frugal): La inversión de capital, la velocidad del efectivo y una estructura organizacional plana con atención en los recursos humanos son características de una empresa sobria. Las empresas sobrias son concisas en todos los modos posibles. Los gastos generales son mínimos. Las operaciones se concentran en la generación de efectivo. Conciso es un atributo de toda la empresa, el cual impregna cada faceta de cada proceso. En las empresas sobrias, los beneficios reales son el efectivo y los dividendos, no los beneficios suplementarios ni los ambientes lujosos. Al final del día, los empleados trabajan por los ingresos y los propietarios invierten por los dividendos. Con el éxito empresarial ambos participantes resultan beneficiados.

Resumen

El desarrollo de habilidades aplicadas a la administración integral es fundamental para un mejoramiento continuo de la productividad. Tal administración integral debe concentrarse en el mejoramiento de la calidad en los niveles funcional y de procesos. En términos de funciones, la actividad crítica debe realizarse con el mayor grado de eficiencia. Los procesos que crean un valor ocurren dentro de las empresas individuales y entre las empresas relacionadas en las cadenas de suministro en colaboración. Cada tipo de proceso debe mejorar continuamente.

Es improbable la idea de que todas, o casi todas, las empresas se integren para formar iniciativas de cadena de suministro de extremo a extremo con una amplia colaboración en un futuro predecible. La dinámica de un sistema de mercado libre competitivo servirá para frenar tal estado final. Sin embargo, las iniciativas dirigidas a una integración por toda la empresa junto con la cadena de suministro ocurren cada vez más y, en la medida en que se incrementen con éxito, ofrecerán modelos empresariales novedosos e interesantes en la obtención de una ventaja competitiva. Una vez alcanzada, es difícil mantener la integración de esa cadena de suministro y está sujeta a una redefinición continua. Lo que funciona hoy, puede no funcionar mañana. O bien, lo que no funciona hoy, puede funcionar mañana. Por lo tanto, las colaboraciones en una cadena de suministro deben considerarse muy dinámicas. Tales colaboraciones son atractivas porque ofrecen nuevos horizontes para lograr una posición en el mercado y una eficiencia operativa.

Las oportunidades de la cadena de suministro son los desafíos que deben explorar y explotar los administradores de la logística del siglo xxi. Sin embargo, la integración de una cadena de suministro es un medio para mejorar la captación de ingresos y el crecimiento, y no un fin en sí misma.

Desde la perspectiva de la administración logística integral, las estrategias de una cadena de suministro definen la operación relevante. Lo que debe lograrse logísticamente se relaciona de manera directa con la estructura y la estrategia de una cadena de suministro. Cuando esa estructura y esa estrategia están posicionadas internamente, el desempeño logístico debe abarcar los retos relacionados con la globalización. En resumen, la estrategia de una cadena de suministro o la falta de estrategia y su estructura relacionada, sirven para moldear el sistema para los requerimientos logísticos. El capítulo 2 presenta la logística con mayor detalle

Preguntas desafiantes

1. ¿Por qué el movimiento actual hacia el establecimiento de cadenas de suministro se califica como una revolución?
2. Compare el concepto de una cadena de suministro moderna con los canales de distribución tradicionales. Mencione semejanzas y diferencias específicas.
3. ¿Qué función específica cumple la logística en las operaciones de una cadena de suministro?
4. Describa la administración integral. Sea específico al describir la relación entre una función y un proceso.
5. En términos de extensión de una empresa, describa la importancia de los paradigmas de compartir la información y especializar los procesos.
6. Describa y proporcione un ejemplo de un proveedor de servicios integrados. ¿Cuál es la diferencia del concepto de un proveedor de servicios integrados con los proveedores de servicios tradicionales, como el transporte por contrato y el almacenamiento?
7. Compare los proveedores de servicios integrados para terceros y para cuartos.
8. Compare y contraste los modelos empresariales predictivo y reactivo. ¿Por qué los modelos reactivos se han vuelto populares en la estrategia y la colaboración en una cadena de suministro?
9. Compare y contraste los aplazamientos de fabricación y geográfico.
10. Defina y proporcione un ejemplo de la conversión de efectivo a efectivo, la minimización del tiempo de residencia y la rotación del efectivo. ¿Cómo afecta cada uno la estrategia y la estructura de una cadena de suministro?

Logística

La logística de la empresa es grande e importante

La propuesta de valor logístico

Beneficios del servicio

Minimización del costo

Generación del valor logístico

Funciones de la logística

Procesamiento de pedidos

Inventario

Transporte

Almacenamiento, manejo de materiales y empacado

Diseño de la red de la planta

Operaciones logísticas

Flujo del inventario

Flujo de la información

Disposiciones operativas logísticas

Escalonada

Directa

Combinada

Estructura flexible

Sincronización de la cadena de suministro

Estructura del ciclo de desempeño

Incertidumbre del ciclo de desempeño

Resumen

Ninguna otra área de las operaciones empresariales conlleva la complejidad o abarca la geografía de la logística. En todo el mundo, las 24 horas del día, los 7 días a la semana, durante las 52 semanas al año, la logística se concentra en obtener productos y servicios donde se requieren en el momento preciso que se necesitan. Es difícil visualizar el logro de la mercadotecnia, la fabricación o el comercio internacional sin la logística. Casi todos los clientes en los países muy desarrollados industrialmente dan por hecho un alto nivel de capacidad logística. Cuando adquieren artículos —con un minorista, por teléfono o a través de Internet— esperan que la entrega del producto se efectúe de acuerdo con lo prometido. De hecho, esperan una logística oportuna sin errores cada vez que hacen un pedido. Tienen muy poca o ninguna tolerancia para fallas en el desempeño.

Aunque la logística se ha realizado desde el comienzo de la civilización, la implementación de las mejores prácticas para el siglo XXI es una de las áreas operativas más interesantes y desafiantes en lo referente a la administración de la cadena de suministro. Debido a que la logística es tanto antigua como nueva, se opta por definir un cambio rápido que ocurra en la mejor práctica como un **renacimiento**.

La logística implica la administración del procesamiento de pedidos, el inventario, el transporte y la combinación del almacenamiento, el manejo de materiales y el empacado; todo esto integrado mediante la red empresarial. La meta de la logística es apoyar los requerimientos operativos de las adquisiciones, la fabricación y el abastecimiento del cliente. El reto dentro de una empresa es coordinar la capacidad funcional en una operación integrada que se centre en atender a los clientes. En el contexto más amplio de una cadena de suministro, es esencial una sincronización operativa con los clientes, al igual que con proveedores de materiales y servicios vinculando así las operaciones internas y externas como un proceso integrado.

La logística se enfoca en la responsabilidad para **diseñar y administrar sistemas con el fin de controlar el movimiento y el posicionamiento geográfico de la materia prima, el trabajo en proceso y el inventario terminado al costo total más bajo**; esto significa que los activos financieros y humanos comprometidos con la logística deben mantenerse absolutamente al mínimo. También es necesario mantener al mínimo posible los gastos operativos. Es desafiante integrar las combinaciones de recursos, habilidades y sistemas requeridos para lograr una logística adecuada, pero una vez obtenida, es difícil que los competidores dupliquen tal capacidad integrada.

Este capítulo tiene como objetivo mostrar la contribución de la logística a la administración integrada de la cadena de suministro. Primero se enfatiza en el costo y el servicio. A continuación, se desarrolla la propuesta de valor logístico. Después se revisan las funciones empresariales tradicionales que se combinan para crear el proceso logístico. Por último, se resalta la importancia de la sincronización logística para la integración de una cadena de suministro en términos de la estructura y la dinámica del ciclo de desempeño.

La logística de la empresa es grande e importante

Es a través del proceso logístico que el flujo de materiales en la capacidad de fabricación de un país industrial y los productos terminados se distribuyen a los clientes. El reciente crecimiento en el comercio mundial ha expandido el tamaño y la complejidad de las operaciones logísticas.

La logística añade valor al proceso de la cadena de suministro cuando el inventario se posiciona estratégicamente para lograr ventas. Es costoso crear un valor logístico. Aunque es difícil de medir, casi todos los expertos coinciden que el gasto anual logístico en Estados Unidos en el año 2004 fue aproximadamente 8.6% de los 11 740 millones de dólares del producto nacional bruto (Gross National Product, GNP) es decir, 1 015 miles de millones de dólares.¹ El gasto para transporte en ese mismo año fue de 644 000 millones, lo cual representó 63.3% del costo logístico total. Como se aprecia en la tabla 2.1, ¡la logística empresarial es un negocio verdaderamente grande!

A pesar del considerable gasto que implica la logística, lo importante de ésta no es el control o la reducción de los costos. La importancia surge de comprender la manera de cómo algunas empresas emplean la capacidad logística para conseguir una ventaja competitiva. Las empresas que tienen una capacidad logística de clase mundial disfrutan una ventaja competitiva como resultado de proporcionar un servicio superior a sus clientes más importantes. Quienes se desempeñan mejor suelen utilizar la tecnología de la información capaz de monitorear la actividad logística global en tiempo real. Esta tecnología identifica las posibles interrupciones operativas y facilita una acción correctiva antes de una falla en el servicio de entrega. En las situaciones donde no es posible llevar a cabo una acción correctiva oportuna, es necesario avisar a los clientes y en forma anticipada acerca del problema presentado, lo cual elimina la sorpresa de una falla inevitable en el servicio. En muchas situaciones, al trabajar en colaboración con los clientes y proveedores, se puede adoptar una acción correctiva para prevenir una interrupción de la operación o costosas fallas en el servicio. Al funcionar arriba del promedio de la industria en cuanto a disponibilidad del inventario, velocidad, capacidad de entrega y eficiencia operativa, las empresas logísticamente sofisticadas son ideales participantes en una cadena de suministro.

¹ Rosalyn Wilson, 160. informe anual "State of Logistics Report", Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL, junio de 2005.

TABLA 2.1 El costo logístico en Estados Unidos, 1980-2004: (en miles de millones de dólares excepto el GDP)

Fuente: Adaptado de Rosalyn Wilson, 16o. informe anual "State of Logistics Report", Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL, 2005.

Año	GDP Nominal (billones \$)	Valores del inventario de negocios	Porcentaje de costos por existencias	Costo por inventario	Costos de transporte	Costos administrativos	Costo logístico total en Estados Unidos	Logística (% de GDP)
1980	\$ 2.80	692	31.8	220	214	17	451	16.1
1981	3.13	747	34.7	259	228	19	506	16.2
1982	3.26	760	30.8	234	222	18	474	14.5
1983	3.54	758	27.9	211	243	18	472	13.3
1984	3.93	826	29.1	240	268	20	528	13.4
1985	4.22	847	26.8	227	274	20	521	12.3
1986	4.45	843	25.7	217	281	20	518	11.6
1987	4.74	875	25.7	225	294	21	540	11.4
1988	5.10	944	26.6	251	313	23	587	11.5
1989	5.48	1005	28.1	282	329	24	635	11.6
1990	5.80	1041	27.2	283	351	25	659	11.4
1991	5.99	1030	24.9	256	355	24	635	10.6
1992	6.34	1043	22.7	237	375	24	636	10.0
1993	6.64	1076	22.2	239	396	25	660	9.9
1994	7.05	1127	23.5	265	420	27	712	10.1
1995	7.40	1211	24.9	302	441	30	773	10.4
1996	7.81	1240	24.4	303	467	31	801	10.3
1997	8.32	1280	24.5	314	503	33	850	10.2
1998	8.70	1317	24.4	321	529	34	884	10.1
1999	9.27	1381	24.1	333	554	35	922	9.9
2000	9.82	1478	25.3	374	594	39	1006	10.2
2001	10.13	1403	22.8	320	609	37	966	9.5
2002	10.49	1451	20.7	300	582	35	918	8.8
2003	11.00	1494	20.1	300	607	36	944	8.6
2004	11.74	1627	20.4	332	644	39	1015	8.6

La propuesta de valor logístico

Hasta aquí se ha establecido que la logística debe administrarse como un esfuerzo integrado para lograr la satisfacción del cliente al costo total más bajo. La logística efectuada de este modo crea un **valor**. En esta sección se analizan con mayor detalle los elementos de la propuesta de valor logístico: el servicio y la minimización del costo.

Beneficios del servicio

Casi cualquier nivel de servicio logístico puede ser factible si una empresa está dispuesta a comprometer los recursos requeridos. En el ambiente operativo actual, el factor limitante es la economía, no la tecnología. Por ejemplo, se puede establecer un inventario en un lugar geográficamente cercano a un cliente importante, un mayorista. Es posible contar con una flotilla de camiones en constante disponibilidad para realizar los procesos de entrega. Con el fin de facilitar el procesamiento de pedidos, se establecen comunicaciones que pueden mantenerse en tiempo real en una operación logística entre un cliente y un proveedor. Con este alto grado de disponibilidad logística, un producto o componente puede entregarse a los pocos minutos de identificar el requerimiento de un cliente. La disponibilidad es todavía más rápida cuando un proveedor acepta consignar el inventario en la planta del cliente, eliminando la necesidad de realizar operaciones logísticas cuando se requiere un producto. La logística para apoyar la consignación se efectúa antes de que el cliente necesite el producto. Aunque este compromiso de servicio extremo puede constituir el sueño de

un administrador de ventas, es costoso y no suele ser necesario para apoyar las expectativas del cliente y las operaciones de fabricación.

El problema estratégico fundamental es lograr un funcionamiento superior al ofrecido por la competencia y al mismo tiempo ser eficiente con los costos. Si un material específico no se encuentra disponible cuando se requiere para la fabricación provoca una interrupción en la planta resultando en un costo significativo, posibles pérdidas de ventas e incluso la pérdida de un negocio con un cliente importante. El impacto de tales fallas en las ganancias puede ser significativo. En contraste, el impacto que se genera en las ganancias ante un retraso inesperado de uno o dos días en la entrega de productos para reabastecer el inventario del almacén puede ser mínimo, o incluso insignificante, en términos del impacto en el desempeño operativo general. En casi todas las situaciones, el impacto costo/beneficio de una falla logística se relaciona directamente con el servicio al cliente. Entre más significativo es el impacto de la falla del servicio en los negocios de un cliente, más grande es la prioridad de tener un desempeño logístico libre de errores.

La creación y el desempeño logístico básico se miden en términos de la disponibilidad, el desempeño operativo y la confiabilidad del servicio. El término **servicio logístico básico** describe el nivel de servicio que proporciona una empresa a todos sus clientes.

La **disponibilidad** implica tener un inventario que cumpla de manera regular con los requerimientos de materiales o productos del cliente. El paradigma tradicional plantea que entre más grande es la disponibilidad deseada, más grandes son la cantidad y el costo del inventario. La tecnología de la información facilita la flexibilidad del sistema y proporciona nuevos modos para alcanzar una alta disponibilidad para los clientes sin que esto represente una elevada inversión de capital en el inventario. La información que facilita la flexibilidad con respecto a la disponibilidad del inventario es fundamental para lograr un desempeño logístico adecuado.

El **desempeño operativo** aborda el tiempo requerido para entregar el pedido de un cliente; implica una entrega **rápida** y **regular**. Por supuesto que casi todos los clientes desean una entrega rápida. Sin embargo, ésta es un valor limitado si hay inconsistencia de un pedido al siguiente. Un cliente gana muy poco cuando un proveedor promete una entrega al día siguiente pero acostumbra entregar tarde. Para alcanzar operaciones ininterrumpidas, las empresas suelen concentrarse primero en la regularidad de la entrega y después buscan mejorar la velocidad de entrega. Otros aspectos del desempeño operativo también son importantes. El desempeño operacional de una empresa puede ser visto en términos de su **flexibilidad** en la incorporación de solicitudes singulares e inesperadas de los clientes. Otro aspecto es la frecuencia de las descomposturas y, cuando éstas ocurren, el tiempo de recuperación común. Pocas empresas pueden funcionar perfectamente en todo momento. Es importante estimar la probabilidad de que algo salga mal. El **funcionamiento defectuoso** se relaciona con la probabilidad de una falla en el desempeño logístico, como tener productos dañados, un surtido incorrecto o una documentación inexacta. Cuando esto ocurre, la capacidad logística de una empresa puede medirse en términos del **tiempo de recuperación**. Por tanto, el desempeño operativo tiene que ver con el modo en que, día tras día, una empresa maneja todos los aspectos relacionados con los requerimientos del cliente, entre ellos las fallas en el servicio.

La **confiabilidad del servicio** conlleva los atributos de **calidad** de la logística. La clave para la calidad es la medición precisa de la disponibilidad y el desempeño operativo. Sólo con una medición pormenorizada del desempeño es posible determinar si las operaciones logísticas generales logran las metas de servicio esperadas. Para alcanzar una confiabilidad del servicio es esencial identificar e implementar medidas de la disponibilidad del inventario y del desempeño operativo. Para que el desempeño logístico cumpla sin cesar las expectativas del cliente es esencial que la administración se comprometa con el mejoramiento continuo. La calidad logística no se obtiene con facilidad; es el producto de una planificación cuidadosa apoyada por la capacitación de los empleados, la dedicación operativa, la medición pormenorizada y el mejoramiento continuo. Para mejorar el desempeño del servicio, es necesario establecer metas de manera selectiva. Algunos productos son más esenciales que otros debido a la importancia que tienen para el cliente y a su contribución relativa en los ingresos.

El nivel de servicio logístico básico debe ser realista en términos de las expectativas y los requerimientos del cliente. En la mayoría de los casos es frecuente que las empresas enfrenten situaciones en donde los clientes tienen potenciales de compra significativamente diferentes. Al-

gunos clientes requieren servicios de valor agregado únicos o especiales. Por lo tanto, los administradores deben comprender que los clientes son diferentes y que los servicios proporcionados deben cubrir los requerimientos singulares y el potencial de compra. En general, las empresas tienden a ser abiertamente optimistas al comprometerse con un desempeño básico de servicio al cliente. La incapacidad para cumplir con regularidad un objetivo poco realista de servicio básico alto puede producir más problemas operativos y de relaciones con el cliente que si se hubieran establecido metas menos ambiciosas desde el principio. Los compromisos de servicio poco realistas para todas las categorías también pueden diluir la capacidad de una empresa para satisfacer los requerimientos especiales de los clientes con alto potencial.

Minimización del costo

La atención en la logística se puede seguir hasta los descubrimientos relativamente recientes de la teoría y la práctica de la obtención del costo total. En 1956, una monografía clásica que describía la economía potencial del flete aéreo proporcionó una nueva perspectiva en relación con el costo logístico.² En un esfuerzo por explicar las condiciones bajo las cuales podía justificarse el transporte aéreo de costo elevado, Lewis, Culliton y Steele conceptualizaron el modelo logístico de costo total, el cual se posicionó para incluir todos los gastos necesarios con el fin de realizar los requerimientos logísticos. Los autores ilustraron una estrategia de distribución de piezas electrónicas en donde el costo variable alto del transporte aéreo de la fábrica al cliente compensaba por mucho las reducciones en los costos del inventario y el almacén en el lugar. Su conclusión fue que el medio logístico de costo total más bajo para proporcionar al cliente el servicio deseado, era centralizar el inventario en un almacén y hacer las entregas mediante transporte aéreo.

Este concepto del costo total no se había aplicado antes a las operaciones logísticas. Probablemente porque en el clima económico de la época, la propuesta del costo total habría generado un gran debate debido a la ruptura radical con la práctica tradicional. La práctica administrativa que prevalecía, reforzada por la contabilidad y el control financiero, concentraba la atención en lograr el costo más bajo posible para cada función individual de la logística, con poca o ninguna atención en los compromisos del costo total integrado. Los administradores solían concentrarse en minimizar el costo de las funciones, como el transporte, sin esperar que tal esfuerzo consiguiera los costos combinados más bajos. El desarrollo del concepto del costo total abrió la puerta para examinar cómo se relacionan y se afectan entre sí los costos de las funciones. Los refinamientos subsecuentes permitieron una comprensión pormenorizada de los componentes del costo logístico e identificaron la necesidad fundamental de desarrollar un análisis de costos de las funciones y la capacidad de determinar los costos con base en las actividades. Sin embargo, la implementación de un costo del proceso logístico efectivo significa un desafío para el siglo XXI. Muchas prácticas de contabilidad continúan para servir como barreras para implementar por completo las soluciones logísticas de costo total.

Generación del valor logístico

La clave para alcanzar un liderazgo logístico es dominar el arte de hacer coincidir la competencia operativa y el compromiso con las expectativas y los requerimientos de los clientes importantes. Este compromiso con el cliente, en un sistema de costos exactos, es la **propuesta de valor logístico**. Es un compromiso único de una empresa con un grupo de clientes o con un solo cliente selecto.

La empresa común busca desarrollar e implementar una competencia logística general que satisfaga las expectativas de los clientes con un gasto realista en el costo total. Muy rara vez el costo total más bajo o el servicio al cliente más alto alcanzable constituyen una estrategia logística conveniente. Asimismo, la combinación adecuada será distinta para clientes diferentes. Un esfuerzo logístico bien diseñado debe tener un alto impacto en los clientes, al mismo tiempo que controla la variación operativa y minimiza el compromiso del inventario. Y, lo más importante de todo, debe tener relevancia para clientes específicos.

² Howard T. Lewis, James W. Culliton y Jack D. Steele, *The Role of Air Freight in Physical Distribution*, Boston: Harvard University Press, 1956.

En el ámbito de la administración se han realizado avances significativos en el desarrollo de elementos que ayudan a medir el compromiso costo/servicio. La formulación de una estrategia sólida requiere la capacidad para estimar el costo operativo requerido que logre niveles de servicio alternos. Asimismo, los niveles alternos del desempeño del sistema no tienen sentido a menos que se consideren en términos de las estrategias empresariales generales del abastecimiento a los clientes unitarios, la fabricación y los procesos estratégicos. El diseño de la cadena de suministro es el punto central de la parte tres de este libro.

Las empresas líderes comprenden que un sistema logístico bien diseñado y bien operado ayuda a alcanzar una ventaja competitiva. De hecho, como regla general, las empresas que obtienen una ventaja estratégica con base en la capacidad logística establecen la naturaleza de la competencia en su industria.

Funciones de la logística

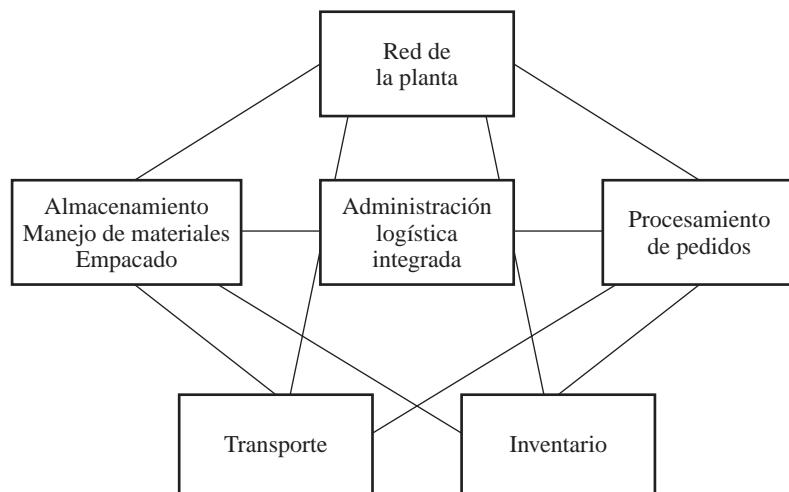
En el contexto de la administración de una cadena de suministro, la logística existe para desplazar y posicionar el inventario con el fin de lograr los beneficios deseados de tiempo, lugar y posesión al costo total más bajo. El inventario tiene un valor limitado hasta que se posiciona en el momento correcto y en el lugar adecuado para apoyar la transferencia de la propiedad o la creación de valor agregado. Si una empresa no satisface con regularidad los requerimientos de tiempo y lugar, no tiene nada que vender. Para que una cadena de suministro materialice el beneficio estratégico máximo de la logística, debe integrarse el rango completo de trabajo funcional. Las decisiones en un área funcional afectarán el costo de todas las demás. Esta interrelación de funciones desafía la implementación exitosa de una administración logística integral. La figura 2.1 representa la naturaleza interrelacionada de las cinco áreas del trabajo logístico: 1) procesamiento de pedidos; 2) inventario; 3) transporte; 4) almacenamiento, manejo de materiales y empacado; y 5) la red de distribución. El trabajo integrado relacionado con estas áreas funcionales crea las capacidades necesarias para lograr el valor logístico.

Procesamiento de pedidos

Históricamente se ha menospreciado la importancia de una información precisa para lograr un desempeño logístico superior. Aunque muchos aspectos de la información son fundamentales para las operaciones logísticas, el procesamiento de los pedidos es de importancia primordial. No comprender esto por completo trajo como resultado que no se entendiera cómo la distorsión y las fallas operativas influyen en las operaciones logísticas en el procesamiento de los pedidos.

La tecnología de la información actual es capaz de manejar los requerimientos del cliente más exigente. Cuando es necesario, la información de los pedidos puede intercambiarse entre los socios comerciales.

FIGURA 2.1
La logística integrada



El beneficio del flujo de información está directamente relacionado con el equilibrio del trabajo. No tiene caso que una empresa acumule pedidos en una oficina de ventas local durante una semana, los envíe a una oficina regional, los procese por lotes, los asigne a un almacén de distribución y entonces los envíe por vía aérea para entrega rápida. En contraste, el manejo de los pedidos del cliente a través de Internet, combinado con un transporte terrestre más lento y menos costoso, puede lograr un servicio de entrega general todavía más rápido a un costo total más bajo. El objetivo principal es equilibrar los componentes del sistema logístico.

La predicción y la comunicación de los requerimientos del cliente son las dos áreas del trabajo logístico dirigidas por la información. La importancia relativa de cada faceta de la información operativa se relaciona directamente con el grado en el que la cadena de suministro está posicionada para funcionar de una manera reactiva o predictiva. Entre más reactivo es el diseño de la cadena de suministro, mayor es la importancia de una información precisa y oportuna del comportamiento de compra de los clientes. Como se analizó en el capítulo 1, las cadenas de suministro reflejan cada vez más una combinación de operaciones reactivas y predictivas.

En casi todas las cadenas de suministro, los requerimientos del cliente se transmiten en forma de pedidos. El procesamiento de éstos implica todos los aspectos de administrar los requerimientos del cliente, entre ellos la recepción inicial del pedido, la entrega, la facturación y la cobranza. Las capacidades logísticas de una empresa pueden ser tan buenas como lo sea su capacidad de procesamiento de pedidos.

Inventario

Los requerimientos del inventario de una empresa se vinculan directamente con la red de la planta y el nivel deseado de servicios al cliente. En teoría, una empresa puede almacenar cada artículo vendido en cada planta dedicada a dar servicio a cada cliente. Pocas son las empresas que pueden permitirse tal estrategia exuberante del inventario porque el riesgo y el costo total son considerados prohibitivos. El objetivo de una estrategia de inventario es alcanzar el servicio al cliente deseado con el mínimo compromiso del inventario. Los inventarios excesivos pueden compensar las deficiencias en el diseño básico de un sistema logístico, pero al final producirán un costo logístico total más alto que el normalmente necesario.

Las empresas deben diseñar estrategias logísticas que mantengan la inversión financiera más baja posible en el inventario. La meta básica es alcanzar una rotación máxima del inventario al mismo tiempo que se satisfagan los compromisos de servicio. Una estrategia de inventario sólida se basa en la combinación de cinco aspectos de desarrollo selectivo: 1) la segmentación de los clientes fundamentales, 2) la rentabilidad de los productos, 3) la integración del transporte, 4) el desempeño basado en el tiempo, y 5) la práctica competitiva.

Cada empresa que vende a clientes diversos enfrenta una demanda desigual. Algunos clientes son muy rentables y tienen un potencial de crecimiento destacado; otros no. La rentabilidad de los negocios con un cliente depende de los productos adquiridos, del volumen, del precio, de los servicios de valor agregado requeridos y de las actividades complementarias necesarias para desarrollar y conservar en curso una relación. Debido a que los clientes muy rentables constituyen el mercado fundamental de cada empresa, es necesario concentrar en ellos las estrategias del inventario. La clave para una segmentación logística eficaz reside en las prioridades del inventario dedicadas a apoyar a los clientes importantes.

Casi todas las empresas experimentan una variación sustancial en volumen y rentabilidad en función a las líneas de producto que manejan. Si no se aplican restricciones, una empresa puede encontrarse con que menos de 20% de todos los productos comercializados representan más de 80% de las ganancias totales. Aunque la denominada regla 80/20, o **principio de Pareto**, es común en los negocios, la administración debe evitar tales resultados mediante la implementación de estrategias del inventario basadas en una clasificación de productos bien delimitada. Para evitar un inventario excesivo, es esencial realizar una valoración realista en cuanto a almacenar productos de bajas ganancias o bajo volumen. Por razones obvias, una empresa quiere ofrecer una alta disponibilidad y una entrega regular de sus productos más rentables. Sin embargo, el apoyo de alto nivel para los artículos menos rentables puede ser necesario para proporcionar una línea completa de servicios a los clientes principales. El truco es evitar un desempeño de servicio alto en los ar-

tículos menos rentables que suelen ser adquiridos por clientes marginales o no importantes. Por lo tanto, para desarrollar una política selectiva del inventario es esencial un análisis de rentabilidad en la línea de productos.

El plan de acumulación de productos en una planta específica tiene un impacto directo en el desempeño del transporte. Casi todas las tarifas del transporte se basan en el volumen y en el tamaño del embarque. Por lo que puede ser una poderosa estrategia almacenar una variedad o surtido suficientes de productos en un almacén que facilite preparar envíos consolidados. Los ahorros correspondientes en transporte pueden más que compensar el mayor costo de conservar el inventario.

El grado de compromiso de una empresa para entregar rápidamente los productos, con el fin de cumplir los requerimientos de inventario del cliente, es el factor competitivo principal. Si los productos y los materiales se entregan con rapidez, tal vez no sea necesario que los clientes conserven inventarios grandes. Asimismo, si las tiendas minoristas se reabastecen con rapidez, se requiere de menos existencias de seguridad. La opción para no tener inventarios grandes y existencias de seguridad es recibir un reabastecimiento del inventario exacto y oportuno. Aunque tales programas basados en el tiempo reducen el inventario del cliente a un mínimo absoluto, los ahorros pueden equilibrarse contra otros costos de la cadena de suministro en que se incurre como resultado de un proceso logístico sensible al tiempo.

Por último, las estrategias del inventario no pueden crearse en un vacío competitivo. Sigue siendo más conveniente hacer negocios con una empresa que con sus competidores si ésta puede prometer y realizar una entrega rápida y regular. Por lo tanto, tal vez sea necesario posicionar el inventario en un almacén específico para obtener una ventaja competitiva, incluso si tal compromiso aumenta el costo total. Las políticas relacionadas con acciones selectivas del inventario pueden ser esenciales para conseguir una ventaja en el servicio al cliente o para neutralizar una fortaleza que un competidor tiene en ese momento.

Los inventarios de materiales y de componentes existen en un sistema logístico por razones diferentes a las del inventario de productos terminados. Cada tipo de inventario y el nivel de compromiso deben considerarse desde la perspectiva del costo total. Para una logística integrada es fundamental comprender las relaciones entre el procesamiento de pedidos, el inventario, el transporte y las decisiones de la red de distribución.

Transporte

El transporte es el área operativa de la logística que desplaza y posiciona geográficamente el inventario. Debido a su importancia fundamental y a su evidente costo, el transporte ha recibido considerable atención por parte de la administración. Casi todas las empresas, grandes y pequeñas, tienen gerentes comprometidos en esta área.

Los requerimientos de transporte se satisfacen de tres maneras básicas. Primero, puede operarse una flotilla privada. Segundo, pueden prepararse contratos con especialistas dedicados al transporte. Tercero, una empresa puede contratar los servicios de una amplia variedad de transportistas que proporcionen los diferentes servicios de transporte requeridos en función del envío. Desde el punto de vista del sistema logístico, se consideran tres factores fundamentales en el manejo de transporte: 1) costo, 2) velocidad y 3) regularidad.

El costo del transporte es el pago que se realiza para el envío en cuestión entre dos lugares geográficos y que cubre los gastos relacionados con mantener el inventario en tránsito. Los sistemas logísticos deben utilizar un transporte que minimice el **costo total del sistema**. Esto puede significar que el método de transporte menos costoso tal vez no produzca el costo total más bajo de la logística.

La velocidad del transporte es el tiempo requerido para concluir un movimiento específico. La velocidad y el costo del transporte se relacionan de dos maneras. Primero, las empresas de transporte capaces de ofrecer un servicio más rápido suelen cobrar tarifas más altas. Segundo, entre más rápido es el servicio de transporte, es menor el tiempo en que el inventario está en tránsito y no está disponible. Por lo tanto, un aspecto fundamental de seleccionar el método de transporte más conveniente es equilibrar la velocidad y el costo del servicio.

La regularidad del transporte se refiere a las variaciones de tiempo requeridas para realizar un movimiento específico durante varios envíos y refleja la confiabilidad del transporte. Durante

años, quienes manejan transporte han señalado la regularidad como el atributo más importante del transporte de calidad. Si un embarque entre dos lugares tarda tres días una vez y seis días la siguiente, la variación inesperada puede crear serios problemas operativos en la cadena de suministro. Cuando el transporte no es regular, se requieren inventarios de seguridad como protección contra las interrupciones del servicio, lo cual afecta el compromiso general del inventario del vendedor y del comprador. Con la aparición de la nueva tecnología de la información para controlar y comunicar el estado de un embarque, los gerentes de logística han comenzado a buscar un movimiento más rápido al mismo tiempo que conservan la regularidad del transporte. La rapidez y la regularidad se combinan para crear calidad en el transporte.

Al diseñar un sistema logístico, debe mantenerse un equilibrio delicado entre el costo del transporte y la calidad del servicio. En algunas circunstancias es satisfactorio un transporte lento de bajo costo. En otras situaciones, un servicio más rápido puede ser esencial para lograr las metas operativas. Determinar y administrar la mezcla de transporte conveniente a través de la cadena de suministro es una responsabilidad principal de la logística.

Almacenamiento, manejo de materiales y empacado

Es posible diseñar las primeras tres áreas funcionales de la logística —el procesamiento de pedidos, el inventario y el transporte— en varias disposiciones operativas diferentes. Cada disposición puede contribuir a un nivel de servicio al cliente especificado con un costo total asociado. En esencia, estas funciones se combinan para crear una solución del sistema para la logística integrada. La cuarta función de la logística —el almacenamiento, el manejo de materiales y el empacado— también representa una parte integral de la solución operativa logística. Sin embargo, esta función no es tan independiente como las primeras. El almacenamiento, el manejo de materiales y el empacado son también una parte integral de otras áreas logísticas. Por ejemplo, es necesario almacenar el inventario en momentos claves durante el proceso logístico. Los vehículos para el transporte requieren un manejo de materiales para una carga y descarga eficientes. Por último, los productos individuales se manejan de manera más eficiente cuando se empacan juntos en cajas de cartón para embarque u otras unidades de carga.

Cuando se requieren plantas de distribución en un sistema logístico, una empresa puede elegir entre los servicios de un especialista en almacenamiento u operar su propia planta. La decisión es más complicada que simplemente elegir una planta para guardar el inventario, debido a que se pueden realizar muchas actividades con valor agregado durante el tiempo en que se almacenan los productos. Algunos ejemplos de tales actividades son la clasificación, el establecimiento de secuencias, la selección de los pedidos, la consolidación para el transporte y, en algunos casos, la modificación y el ensamblado de productos relacionados con las estrategias de aplazamiento.

El manejo de materiales es una actividad importante dentro del almacén. Los productos deben recibirse, moverse, guardarse, clasificarse y ensamblarse para cumplir los requerimientos del pedido del cliente. La mano de obra directa y el capital invertido en el equipo de manejo de materiales son elementos significativos del costo logístico total. Cuando se efectúa de una manera deficiente, el manejo de materiales puede provocar daños sustanciales en el producto. Es razonable pensar que entre menos veces se maneja un producto, menos posibilidades existen de que se dañe. Existen diversos equipos automatizados y mecanizados para ayudar en el manejo de materiales. En esencia, cada almacén y su capacidad de manejo de materiales representa un minisistema dentro del proceso logístico general.

Para facilitar la eficiencia en el manejo de materiales los productos en forma de latas, botellas o cajas se suelen combinar en una unidad más grande llamada caja de cartón maestra, la cual tiene dos funciones importantes. Primero, sirve para proteger el producto durante el proceso logístico. Segundo, facilita el manejo al crear un paquete grande en vez de una multitud de productos individuales pequeños. Para un manejo y un transporte eficientes, estas cajas se suelen consolidar en cargas unitarias más grandes.

Cuando en las operaciones logísticas de una empresa se integran eficientemente el almacenamiento, el manejo de materiales y el empacado se facilitan la velocidad y la facilidad del flujo de productos por todo el sistema logístico. De hecho, varias empresas han desarrollado procesos

para mover surtidos del producto desde las plantas de fabricación directamente hasta las tiendas minoristas con un manejo y almacenamiento intermedios limitados.

Diseño de la red de la planta

La economía clásica descuidó la importancia de la ubicación de la planta y del diseño de una red general en las operaciones empresariales eficientes. Originalmente, cuando los economistas analizaron las relaciones del suministro y la demanda, se supuso que no existían los diferenciales de la ubicación de la planta y el costo del transporte, o que eran iguales entre los competidores.³ Sin embargo, en las operaciones empresariales, la cantidad, el tamaño y la relación geográfica de las plantas utilizadas para realizar operaciones logísticas afectan directamente la capacidad de servicio al cliente y el costo. El diseño de la red de la planta es una de las principales responsabilidades de la administración logística, debido a que la estructura de la planta de una empresa sirve para enviar los productos y los materiales a los clientes. Las plantas logísticas comunes son aquellas en las que se lleva a cabo la fabricación, los almacenes, las bahías para operaciones de recepción-entrega inmediata y las tiendas minoristas.

El diseño de la red de la planta se ocupa de determinar el número y la ubicación de todos los tipos de plantas requeridas para realizar el trabajo logístico. También es necesario determinar cuál inventario y cuánto almacenar en cada planta, al igual que la asignación de los clientes. La red de la planta crea una estructura desde la cual se realizan las operaciones logísticas. Por lo tanto, la red integra capacidades de información y de transporte. Las tareas específicas relacionadas con el procesamiento de los pedidos de un cliente, el almacenamiento del inventario y el manejo de materiales están integradas en la red de la planta.

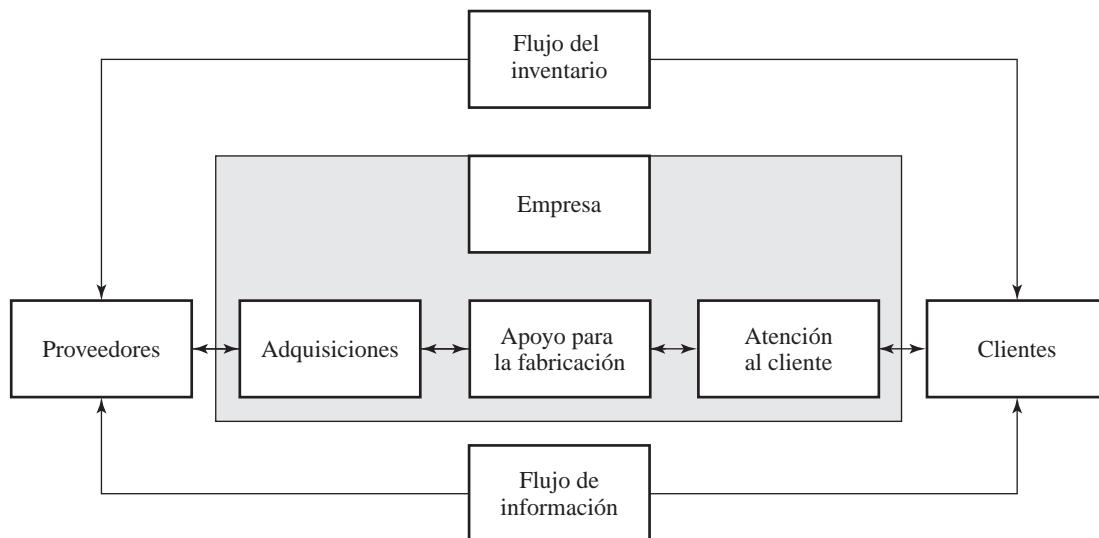
El diseño de la red de una planta requiere un análisis cuidadoso de la variación geográfica. El hecho de que exista una gran diferencia entre los mercados geográficos es fácil de ilustrar. Los 50 mercados metropolitanos más grandes de Estados Unidos en términos de población representan la mayoría de las tiendas minoristas. Por lo tanto, una empresa que comercializa productos para el cliente en una escala nacional debe establecer una red logística capaz de atender los mercados principales. Existe una disparidad geográfica similar en la ubicación de las fuentes de materiales y piezas componentes. Cuando una empresa participa en la logística global se vuelven cada vez más complejos los problemas relacionados con el diseño de una red.

Es muy importante insistir en la importancia de modificar constantemente la red de la planta para atender el cambio en las infraestructuras de la demanda y el suministro. El surtido de los productos, los clientes, los proveedores y los requerimientos de fabricación están en constante cambio en un ambiente competitivo dinámico. La elección de una red de ubicación superior puede representar un paso importante para lograr una ventaja competitiva.

Operaciones logísticas

El ámbito operativo interno de las operaciones logísticas integradas se ilustra mediante el área sombreada de la figura 2.2. La información de y hacia los clientes fluye a través de la empresa en forma de actividades relacionadas con ventas, predicciones y pedidos. La información vital se refina en acciones específicas de fabricación, comercialización y compras. Conforme se abastecen los productos y los materiales, se inicia un flujo del inventario con valor agregado, el cual termina por producir una transferencia de propiedad de los productos terminados hacia los

³Alfred Weber, *Theory of the Location of Industries*, traducido por Carl J. Friedrich, Chicago: University of Chicago Press, 1928; August Lösch, *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft*, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1940; Edgar M. Hoover, *The Location of Economic Activity*, Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1938; Melvin L. Greenhut, *Plant Location in Theory and Practice*, Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press, 1956; Walter Isard et al., *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*, Nueva York: John Wiley & Sons, 1960; Walter Isard, *Location and Space Economy*, Cambridge, MA: The-MIT Press, 1968; y Michael J. Webber, *Impact of Uncertainty on Location*, Cambridge, MA: The MIT Press, 1972.

FIGURA 2.2 La integración logística

clientes. Por lo tanto, el proceso logístico se considera en términos de dos flujos relacionados entre sí: el inventario y la información. Aunque la integración interna de los procesos es importante para el éxito, la empresa también debe alinearse e integrarse a la cadena de suministro. Para ser eficientes en el ambiente competitivo actual, las empresas deben extender su integración incorporando a clientes y proveedores en la cadena. Esta extensión refleja la posición de la logística en la perspectiva más amplia de la administración de la cadena de suministro. La integración de esta cadena se analiza más adelante en este capítulo (consulte Sincronización de la cadena de suministro).

Flujo del inventario

La administración operativa de la logística se relaciona con el movimiento y el almacenamiento del inventario en forma de materiales, trabajo en proceso y productos terminados. Las operaciones logísticas comienzan con el embarque inicial de material o una pieza componente por parte de un proveedor y finalizan cuando se entrega un producto fabricado o procesado a un cliente.

Desde la compra inicial de un material o componente, el proceso logístico añade valor al desplazar el inventario cuando y donde se necesita. En condiciones regulares, los materiales y los componentes adquieren valor en cada paso de su transformación hacia un inventario terminado. En otras palabras, una pieza individual después de que se incorpora a una máquina tiene mayor valor comparado con el que tenía como única pieza. Asimismo, la máquina tiene un mayor valor una vez entregada al cliente.

Para apoyar la fabricación, el inventario del trabajo en proceso debe posicionarse adecuadamente. El costo de cada componente y su movimiento se vuelven parte del proceso de valor agregado. Para comprenderlas mejor, es útil dividir las operaciones logísticas en tres áreas: 1) atención al cliente, 2) apoyo para la fabricación, y 3) adquisiciones. Estos componentes se ilustran en el área sombreada de la figura 2.2 como las unidades operativas logísticas combinadas de una empresa.

Atención al cliente

El movimiento de producto terminado a los clientes es la atención al cliente. En esta área, el embarque hacia el lugar del cliente representa el destino final. La disponibilidad de un producto es una parte vital del esfuerzo de comercialización de cada participante de un canal. Si los productos no se entregan de manera eficiente, cuando y donde se necesitan, se pondrá en riesgo gran parte del esfuerzo general de comercialización. A través del proceso de atención al cliente, la ubicación

oportuna y geográfica del inventario se vuelve una parte integral de la comercialización. Para apoyar a los países con alta comercialización, se encuentra disponible gran variedad de sistemas dedicados a la atención al cliente, todos ellos tienen una característica común: controlan y ponen en orden a fabricantes, mayoristas y minoristas en disposición de una cadena de suministro al proporcionar a los clientes productos disponibles.

Apoyo para la fabricación

Esta área se concentra en administrar el inventario de trabajo en proceso mientras fluye entre las diferentes etapas de fabricación. La principal responsabilidad logística en la fabricación es participar en la formulación de un programa maestro de producción y prepararlo para su implementación mediante una disponibilidad oportuna de los materiales, las piezas componentes y el inventario de trabajo en proceso. Por lo tanto, el interés general del apoyo para la fabricación no es cómo ocurre la producción, sino **cuáles** productos se fabricarán, **cuándo y dónde**.

El apoyo para la fabricación es muy diferente a la atención al cliente. Esta última intenta satisfacer los deseos de los clientes y, por lo tanto, debe incorporar la incertidumbre de la demanda. El apoyo para la fabricación implica programar los requerimientos de movimiento que están bajo el control de la empresa fabricante. La incertidumbre provocada por pedidos aleatorios de los clientes y una demanda errática que se espera en la atención al cliente, no son comunes en las operaciones de fabricación. Desde el punto de vista de la planeación general, la separación del apoyo para la fabricación de la atención al cliente y las actividades de adquisiciones internas proporcionan oportunidades para la especialización y una mayor eficiencia. El grado en que una empresa adopta una estrategia reactiva sirve para reducir o eliminar la separación de la fabricación.

Adquisiciones

A esta área le corresponde adquirir y preparar el movimiento interno de los materiales, las piezas y/o el inventario terminado, desde los proveedores hasta las plantas de fabricación o de ensamble, los almacenes o las tiendas minoristas. Dependiendo de la situación, el proceso de adquisición se suele identificar mediante nombres diferentes. En la fabricación, el proceso de adquisición típicamente se denomina **obtención**. En los círculos gubernamentales, el proceso se llama **adquisición**. En las ventas al mayoreo y al menudeo, el término más utilizado es **compra**. En muchos círculos es conocido como **logística interna**. En este texto, el término **adquisición** se refiere a todos los tipos de compra anteriores. Se utiliza el término **materiales** para identificar el inventario que se mueve dentro de una empresa, sin tomar en cuenta su grado de transformación antes de la venta, y se emplea el término **producto** para identificar un inventario con valor agregado que se vende a los clientes. En otras palabras, los materiales participan en el proceso de agregar un valor a través de la fabricación, mientras que los productos están listos para el consumo. La diferencia fundamental es que los productos son el resultado del valor agregado a los materiales durante la fabricación, la clasificación y el ensamblado.

Dentro de una empresa estándar, las tres áreas operativas logísticas se sobreponen. Al considerar cada una como parte integral del proceso general de agregar valor, se crea una oportunidad para especializar el desempeño y capitalizar los atributos únicos de cada una. La tabla 2.2 presenta una definición más precisa del trabajo diario relacionado con cada proceso secundario de la logística. El reto general de una cadena de suministro es integrar los procesos logísticos de las empresas participantes de una manera que facilite la eficiencia general.

Flujo de la información

Dentro de un sistema logístico, el flujo de la información identifica los lugares específicos que tienen requerimientos. La información también integra las tres áreas operativas. Dentro de las áreas logísticas individuales existen diferentes requerimientos de movimiento en relación con el tamaño de un pedido, la disponibilidad del inventario y la urgencia. El objetivo principal de la administración del flujo de la información es conciliar estas diferencias para mejorar el desempeño general de la cadena de suministro. Es importante insistir en que los requerimientos de información se desplazan paralelos al trabajo real realizado en la atención al cliente, el apoyo a la fabricación y

TABLA 2.2
Inquietudes operativas específicas relativas a la atención al cliente, el apoyo a la fabricación y las adquisiciones en la logística general

Atención al cliente
Las actividades relacionadas con proporcionar el servicio al cliente. Requiere realizar recepción y procesamiento de pedidos, despliegue del inventario, almacenamiento y manejo, y transporte al exterior dentro de una cadena de suministro. Incluye la responsabilidad de coordinarse con mercadotecnia para la planeación en áreas como la determinación de precios, el apoyo promocional, los niveles de servicio al cliente, los estándares de entrega a crédito, el manejo de la mercancía devuelta y el apoyo del ciclo de vida. El objetivo principal de la distribución en el mercado es apoyar la generación de ingresos al proporcionar los niveles esperados de entrega de servicios al cliente al costo total más bajo.
Apoyo para la fabricación
Actividades relacionadas con las operaciones de planeación, programación y apoyo para la fabricación. Requiere de control en la planeación de programas y realizar el almacenamiento, manejo, transporte y clasificación del trabajo en proceso, al igual que la preparación, y el establecimiento de las secuencias y las fases de tiempo para los componentes. Incluye la responsabilidad de almacenar el inventario en los lugares de fabricación y una flexibilidad máxima en la coordinación del aplazamiento geográfico y de ensamblado entre las operaciones de fabricación y de atención al cliente.
Adquisiciones
Actividades relacionadas con obtener productos y materiales de proveedores externos. Requiere realizar planificación de recursos, contratación de suministro, negociación, atención de pedidos, transporte interno, recepción e inspección, almacenamiento y manejo, y aseguramiento de la calidad. Incluye la responsabilidad de coordinarse con los proveedores en áreas como programación, continuidad del suministro, protección contra pérdidas y especulación, al igual que la investigación que conduzca a nuevas fuentes o programas. El objetivo principal de las adquisiciones es apoyar a las organizaciones de fabricación o de reventa al proporcionar aquéllas oportunas al costo total más bajo.

las adquisiciones. Aunque estas áreas contienen el trabajo logístico real, la información facilita coordinar la planeación y el control de las operaciones diarias. Sin una información precisa, el esfuerzo realizado en el sistema logístico se orienta incorrectamente.

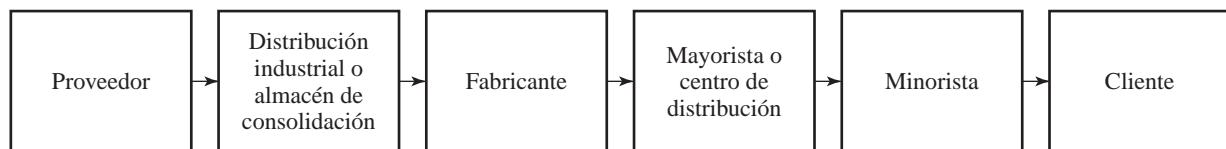
La información logística tiene dos componentes principales: la planeación /coordinación y las operaciones. Un análisis minucioso de la tecnología de la información se realiza en el capítulo 5, en el cual se presenta a detalle la arquitectura de los sistemas de información logísticos. A continuación se analizan la estructura y la dinámica de la logística de la cadena de suministro.

Disposiciones operativas logísticas

La posibilidad de que los servicios logísticos afecten de manera favorable a los clientes se relaciona directamente con el diseño del sistema propio de la operación. Las numerosas y diferentes facetas de los requerimientos del desempeño logístico vuelven una tarea compleja este diseño, porque una estructura operativa debe ofrecer equilibrio entre el desempeño, el costo y la flexibilidad. Al considerar la variedad de sistemas logísticos utilizados en todo el mundo para atender mercados muy diversos, es sorprendente que existan semejanzas estructurales. Pero hay que recordar que todas las disposiciones logísticas tienen dos características en común. Primero, están diseñadas para administrar el inventario. Segundo, la diversidad de alternativas logísticas está limitada por la tecnología disponible. Estas dos características tienden a crear las disposiciones operativas comúnmente observadas. Las estructuras utilizadas más a menudo son la escalonada, la directa y la combinada.

Escalonada

La clasificación de un sistema logístico como una estructura escalonada significa que el flujo de los productos suele avanzar por una disposición común de empresas y plantas mientras pasa del origen al destino final. El uso de escalones suele implicar que el análisis del costo total justifica el almacenamiento de cierto nivel de inventario o la realización de actividades específicas en niveles consecutivos de la cadena de suministro.

FIGURA 2.3 Logística con una estructura escalonada

Los sistemas escalonados utilizan los almacenes para crear surtidos del inventario y obtener las economías de consolidación asociadas con los embarques de transporte de alto volumen. Los inventarios posicionados en los almacenes están disponibles para una rápida provisión con el fin de cumplir los requerimientos del cliente. La figura 2.3 ilustra una cadena de valor típica escalonada.

Los sistemas típicos de escalones utilizan almacenes de separación del material a granel o de consolidación. Una planta de separación de material a granel suele recibir embarques de alto volumen de diversos proveedores. El inventario se clasifica y se guarda en previsión de los requerimientos futuros del cliente. Los centros de distribución de alimentos operados por las principales cadenas de abarrotes y mayoristas son ejemplos de almacenes de separación de material a granel. Un almacén de consolidación funciona con un perfil opuesto. Las empresas fabricantes que suelen requerir la consolidación tienen plantas en diferentes ubicaciones geográficas. Los productos fabricados en plantas diferentes se guardan en un almacén central para permitir que la empresa embarque un surtido de línea completa a los clientes. Los principales fabricantes de productos para el cliente son ejemplos destacados de las empresas que emplean sistemas escalonados para una consolidación de línea completa.

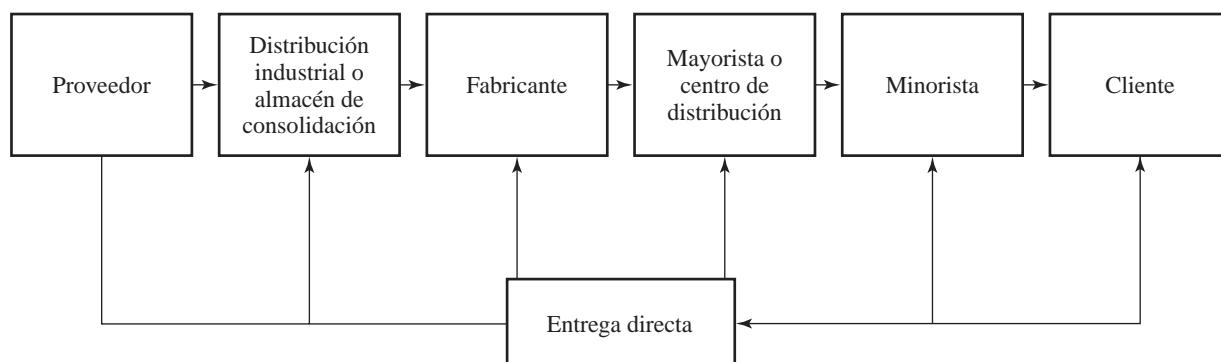
Directa

En contraste con el escalonamiento del inventario están los sistemas logísticos diseñados para embarcar los productos directamente al destino del cliente desde un inventario o un número limitado de ellos ubicados centralmente. La distribución directa suele utilizar los servicios optimizados de un transporte de alta calidad combinados con tecnología de la información para procesar con rapidez los pedidos de los clientes y obtener un desempeño elevado en la entrega. Esta combinación de habilidades, diseñadas dentro del ciclo de entrega de pedidos, reduce los retrasos y supera la separación geográfica de los clientes. Algunos ejemplos de embarques directos son los embarques de una carga de la planta al cliente, la entrega directa a la tienda y las diversas formas de cumplimiento directo al cliente requeridas para apoyar las compras del comercio electrónico. Las estructuras logísticas directas también son comúnmente utilizadas para los componentes y los materiales internos para las plantas de fabricación porque en promedio el tamaño de un embarque suele ser grande.

Cuando la economía lo permite, los ejecutivos de la logística desean alternativas directas porque reducen los inventarios previstos y el manejo intermedio de los productos. El despliegue de una logística directa está limitado por un alto costo del transporte y la posible pérdida de control. En general, casi todas las empresas en la actualidad no operan la cantidad de almacenes que eran comunes hace algunos años y han podido modificar las estructuras escalonadas para incluir capacidades logísticas directas. La figura 2.4 ilustra la capacidad de logística directa agregada a una estructura logística escalonada.

Combinada

La disposición logística ideal es una situación en donde se combinan los beneficios inherentes de las estructuras escalonada y directa. Como se señaló en el capítulo 1, lo ideal es aplazar el mayor tiempo posible la decisión de comprometer el inventario de manera predictiva. Las estrategias del inventario suelen colocar los productos o los materiales de rápido desplazamiento en almacenes, mientras que otros artículos más delicados o costosos, se guardan en un lugar central para una entrega directa a los clientes. El compromiso básico del servicio y la economía del tamaño de los pedidos determina la estructura más deseable y económica para atender a un cliente específico.

FIGURA 2.4 Entrega escalonada y directa combinada

Por ejemplo, las refacciones de los automóviles se suelen distribuir a los clientes mediante una estrategia logística combinada. Piezas específicas se incluyen en el inventario de almacenes ubicados a diferentes distancias de los distribuidores y tiendas minoristas con base en el esquema y la densidad de la demanda. Como regla general, entre más lenta es la rotación de las piezas, más errática es la demanda y, por lo tanto, es más grande el beneficio de un inventario centralizado. Las piezas con un desplazamiento más lento o con menor demanda se pueden guardar en un solo lugar que atienda a los clientes en todo el mundo. Las piezas con un desplazamiento rápido, y por tanto una demanda más predecible, se guardan en almacenes ubicados muy cerca de los distribuidores para facilitar una entrega rápida y de bajo costo.

Un ejemplo contrastante es una empresa que vende piezas para las máquinas de compañías industriales. La naturaleza de este negocio permite una estrategia de distribución combinada completamente opuesta. Para ofrecer un servicio superior a los clientes cuyas máquinas fallan de manera inesperada, la empresa almacena piezas de desplazamiento lento en todos los almacenes. En contraste con la compañía automotriz, las piezas de alta demanda y rotación rápida se predicen con precisión debido al mantenimiento preventivo rutinario. Los métodos logísticos de menor costo para estas piezas de rápido desplazamiento son el embarque directo desde un almacén central ubicado junto a la planta de fabricación de las piezas.

Estas estrategias alternas, las cuales emplean capacidades logísticas diferentes, se justifican con base en los requerimientos únicos de un cliente, el costo total para ofrecer el servicio y la intensidad de la competencia que se enfrenta. El fabricante automotriz es el único proveedor de piezas durante el periodo de garantía de los automóviles nuevos y debe ofrecer a los distribuidores una entrega rápida de las piezas para reparar los automóviles de los clientes. Los distribuidores requieren un reabastecimiento rápido del inventario de piezas para satisfacer a los clientes al mismo tiempo que minimizan la inversión en el inventario. Conforme los vehículos se vuelven viejos y aumenta la demanda de refacciones, entran al mercado de refacciones los fabricantes alternos. Durante esta etapa muy competitiva del ciclo de vida del modelo, se requiere una respuesta logística rápida para ser competitivo. Conforme envejece un modelo, decrece la competencia en un mercado que se reduce y deja al fabricante original como el único proveedor.

El proveedor de componentes industriales, en contraste con la empresa automotriz, ofrece piezas de máquina estándar que tienen un alto grado de capacidad de reemplazo en la competencia. Mientras que es posible predecir los productos utilizados de manera regular, es imposible predecir los productos con una demanda lenta o errática. Esta empresa impone una situación en donde los clientes miden a los proveedores en términos de qué tan rápido se solucionan las descomposturas inesperadas de una máquina. La falta de cumplimiento de la expectativa de un cliente abre la puerta para que un competidor demuestre su capacidad.

Cada empresa encara una situación única con un cliente y se puede esperar que utilice una estrategia logística distinta para lograr una superioridad competitiva. La estrategia que satisface las expectativas del cliente al costo total más bajo alcanzable suele utilizar una combinación de capacidades escalonada y directa.

Más allá de la estructura básica de un canal, se pueden diseñar las capacidades flexibles en un sistema logístico al desarrollar un programa para atender a los clientes mediante plantas alternas.

Estructura flexible

Las operaciones flexibles son estrategias para contingencias previstas para evitar fallas logísticas. Una emergencia común ocurre cuando, en una planta de embarque asignada, se acaban las existencias o por alguna otra razón no puede completarse el pedido de un cliente. Por ejemplo, se pueden agotar las existencias de un artículo sin que esté programado reabastecer el inventario hasta después de la fecha de entrega especificada para el cliente. Para evitar la devolución de un pedido o la cancelación de una entrega, una política operativa para contingencias puede asignar que se envíe desde un almacén alterno el pedido total, o cuando menos los artículos no disponibles. La utilización de operaciones flexibles se suele basar en la importancia de un cliente específico o en la naturaleza importante del producto solicitado.

Una capacidad logística flexible que ha ganado popularidad como resultado del mejoramiento de las comunicaciones conlleva procedimientos para atender situaciones especificadas como parte de la estrategia logística básica. La regla logística flexible y los escenarios de decisión especifican modos alternos para cumplir con los requerimientos de servicio específicos, como la asignación de plantas de embarque diferentes. Una estrategia que utiliza operaciones flexibles es una práctica común en cuatro situaciones diferentes.

Primero, la planta de entrega especificada por el cliente puede estar cerca de un lugar con un costo logístico o un tiempo de entrega igual de dos plantas logísticas diferentes. Los clientes ubicados en tales lugares sin diferencias ofrecen al proveedor la oportunidad de utilizar por completo el inventario disponible y la capacidad logística. Los pedidos pueden ser atendidos desde la planta que tiene la mejor posición del inventario o la capacidad de transporte disponible para conseguir una entrega oportuna. Esta forma de logística flexible ofrece un modo de utilizar por completo la capacidad del sistema al equilibrar las cargas de trabajo entre las plantas, al mismo tiempo que protege los compromisos de servicio con el cliente. El beneficio es una eficiencia operativa evidente para el cliente, quien no experimenta un deterioro del servicio.

Una segunda situación que justifica la distribución flexible es cuando el tamaño del pedido del cliente crea una oportunidad para mejorar la eficiencia logística y se atiende a través de una disposición alterna del canal. Por ejemplo, el método de costo total más bajo para proporcionar una entrega pequeña puede ser a través de un distribuidor. En contraste, los embarques grandes pueden tener el costo logístico total más bajo cuando se envían directo de la fábrica a los clientes. Al proporcionar métodos alternos de embarque que cumplan las expectativas de la entrega se puede reducir el costo logístico total por implementar políticas flexibles.

Un tercer tipo de operación flexible puede producirse a partir de una estrategia selectiva de conservación del inventario. El costo y el riesgo asociados con el inventario guardado requieren un análisis cuidadoso para determinar cuáles artículos poner en cada almacén. Con las refacciones, una estrategia común mencionada antes es guardar artículos seleccionados en almacenes específicos mientras que la línea total se almacena en un almacén central. En la distribución al menudeo de mercancía general, una tienda o un centro de distribución ubicado en una comunidad pequeña puede guardar sólo una versión limitada o con restricciones de la línea total de una empresa. Cuando los clientes necesitan artículos que no están en las existencias, los pedidos se satisfacen desde una planta alterna. El término *planta madre* se utiliza para describir las estrategias del inventario que designan plantas más grandes para apoyar a las más pequeñas que tienen restricciones. Conservar un inventario restringido mediante niveles escalonados es una estrategia común utilizada para reducir el riesgo general del inventario. Las razones para conservar existencias de manera escalonada y selectiva van desde una baja contribución a las ganancias del producto hasta un alto costo por unidad en el mantenimiento del inventario. Un modo de hacer operativa una estrategia de clasificación del inventario de línea fina es diferenciar la política de conservación de existencias mediante los escalones de un sistema. En las situaciones que cumplen tales estrategias de existencias clasificadas, puede ser necesario obtener una

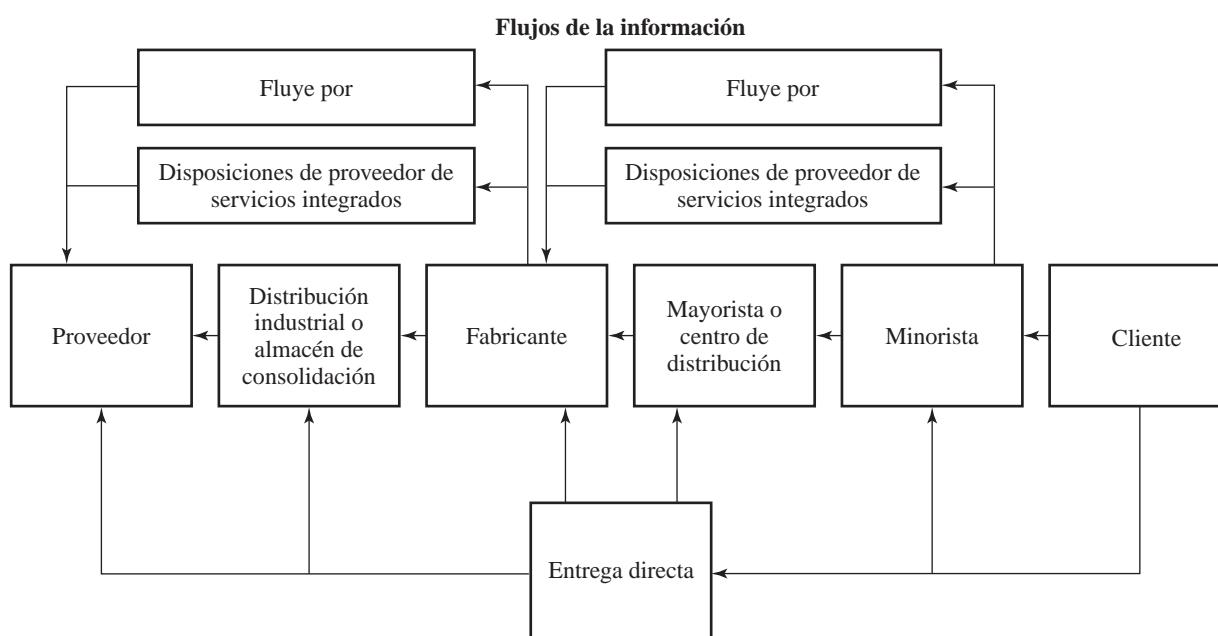
aprobación anticipada del cliente para entregar el pedido por partes. Sin embargo, en algunas situaciones, las empresas que emplean estrategias diferenciadas de conservación del inventario pueden consolidar los pedidos del cliente para entregarlos al mismo tiempo, lo cual vuelve transparente la disposición para el cliente.

El cuarto tipo de operaciones flexibles es el resultado de acuerdos entre empresas para desplazar embarques seleccionados fuera de las distribuciones logísticas escalonada o directa establecidas. Dos disposiciones especiales que adquieren popularidad son el flujo a través de la recepción-entrega inmediata y la del proveedor de servicios. Una operación de recepción-entrega inmediata implica que varios proveedores llegan a una hora designada a la planta de manejo y se suele desplegar en situaciones donde se puede evitar el almacenamiento y el manejo de materiales. El inventario se clasifica en la bahía de recepción y se consolida en vehículos que salen para una entrega directa a su destino. Las operaciones de recepción-entrega inmediata adquieren más popularidad en la industria al menudeo con el fin de obtener surtidos específicos para una tienda y son métodos comunes de un reabastecimiento continuo del inventario para mercancías masivas.

Otra forma de operaciones flexibles es utilizar proveedores de servicios integrados con el fin de consolidar los productos para su entrega. Esto se asemeja a la consolidación para propósitos de transporte analizada en la fracción anterior de este capítulo. Sin embargo, como una forma de logística flexible, se emplean especialistas para evitar el almacenamiento y el manejo de productos de desplazamiento lento por el flujo de la estructura logística escalonada. Tales proveedores de servicios también pueden considerarse importantes servicios con valor agregado. Por ejemplo, una empresa que construye aparadores para puntos de venta que se entregan directo en una tienda.

La figura 2.5 introduce la flexibilidad para las estructuras operativas logísticas descritas anteriormente. Un requisito previo para las operaciones flexibles eficaces es el uso de tecnología de la información para vigilar el estado del inventario por toda la red logística, y tener la capacidad de cambiar rápidamente los métodos para atender los pedidos de los clientes. La utilización de operaciones flexibles en situaciones de urgencia tiene un registro de actividades bien establecido. El mejoramiento general en la tecnología de la información hace que las operaciones flexibles se vuelvan parte de la estrategia logística básica.

FIGURA 2.5 Entrega flexible escalonada y directa



Sincronización de la cadena de suministro

El análisis anterior coloca a la logística como un proceso de administración integrado dentro de una empresa individual. Un reto de la administración de la cadena de suministro es integrar las operaciones a través de varias empresas. En un esfuerzo por facilitar las operaciones logísticas, los participantes de una cadena de suministro deben planificar e implementar juntos las operaciones. La integración operativa entre varias empresas por una cadena de suministro se denomina **sincronización de la cadena de suministro**.

La sincronización de la cadena de suministro busca coordinar el flujo de materiales, productos e información entre los participantes de la cadena para reducir una duplicación y una redundancia no deseadas. También busca reorganizar las operaciones internas de las empresas individuales para aprovechar la capacidad general de la cadena de suministro. Las operaciones de aprovechamiento requieren un plan conjunto en relación con el trabajo logístico que realizará cada empresa participante en la cadena de suministro. En el centro de la integración está la meta de aprovechar las capacidades fundamentales del participante, con el fin de lograr una reducción general del tiempo de residencia en el inventario.

Como se definió en el capítulo 1, el tiempo de residencia es la proporción de tiempo que el inventario está inactivo entre la cantidad de tiempo que se desplaza productivamente hacia un lugar deseado en la cadena de suministro. Por ejemplo, un producto o componente guardado en un almacén está en residencia. En contraste, mientras la misma pieza avanza en un transporte hacia el cliente se desempeña productivamente. Lo ideal es que el embarque llegue de manera oportuna para que el cliente lo utilice de inmediato en un proceso de valor agregado. La intención es integrar el inventario de manera directa en el proceso de valor agregado del cliente sin que el producto quede en almacenamiento o que, de algún modo, se limite su movimiento continuo. Los beneficios de la sincronización sirven para apoyar la generalización de que es secundaria la velocidad de efectuar el movimiento de un servicio o un producto, en comparación con sincronizar la puntualidad del suministro con los requerimientos de la demanda.

Estructura del ciclo de desempeño

El ciclo de desempeño representa los elementos del trabajo necesarios para completar la logística relacionada con la atención al cliente, la fabricación o las adquisiciones. Consiste en el trabajo específico que va desde identificar los requerimientos hasta la entrega del producto. Debido a que integra diversos aspectos del trabajo, el ciclo de desempeño es la principal unidad de análisis para el diseño y la sincronización de la logística. En un nivel básico, la información y el transporte deben vincular a todas las empresas que funcionan en una cadena de suministro. Los lugares operativos vinculados mediante la información y el transporte se denominan nodos.

Además de los nodos y los vínculos de una cadena de suministro, los ciclos de desempeño se relacionan con el activo del inventario. Este último se mide en términos del nivel de inversión asignado al activo para apoyar las operaciones en un nodo o mientras un producto o material está en tránsito. El inventario comprometido con los nodos de la cadena de suministro está formado por las existencias básicas y las existencias de seguridad. Las existencias básicas son el inventario que se mantiene en un nodo y suelen ser la mitad del embarque promedio recibido. Las existencias de seguridad están como protección contra la variación en la demanda o el tiempo de desarrollo operativo. El trabajo relacionado con la logística se realiza en y entre los nodos de una cadena de suministro. El inventario se almacena y fluye por los nodos, además, necesita diversos tipos de manejo de materiales y, cuando es necesario, de almacenamiento. Aunque ocurre cierto manejo y almacenamiento en tránsito dentro del transporte, tal actividad es menor en comparación con la que suele realizarse dentro de un nodo de una cadena de suministro, por ejemplo, un almacén.

Los ciclos de desempeño se vuelven dinámicos conforme incorporan los **requerimientos de las entradas/salidas**. La **entrada** de un ciclo de desempeño es la demanda, la cual suele ser un pedido que especifica requerimientos de un producto o un material. Una cadena de suministro de alto volumen suele requerir una variedad más amplia y diferente de los ciclos de desempeño que

una cadena que tiene menos producción. Cuando los requerimientos operativos son muy predecibles o tienen una producción relativamente de bajo volumen, se simplifica la estructura del ciclo de desempeño requerida para proporcionar el apoyo logístico a la cadena de suministro. Las estructuras del ciclo de desempeño requeridas para apoyar las cadenas de suministro de una empresa minorista grande, como Target o Wal-Mart, son mucho más complejas que los requerimientos de la estructura operativa de una compañía que sólo atiende un catálogo.

La **salida** de una cadena de suministro es el nivel de desempeño esperado de las operaciones logísticas combinadas. En la medida en que se satisfacen los requerimientos operativos, la estructura del ciclo de desempeño logístico combinado de la cadena de suministro es eficaz en el logro de su misión. La eficiencia de una cadena de suministro es una medida de los gastos de recursos necesarios para lograr tal eficiencia logística. La efectividad y la eficiencia de los ciclos de desempeño logístico son claves importantes en la administración de una cadena de suministro.

Dependiendo de la misión operativa de un ciclo de desempeño específico en una estructura de cadena de suministro, el trabajo asociado puede estar bajo el completo control de una sola empresa o pueden participar varias. Por ejemplo, los ciclos de apoyo para la fabricación suelen estar bajo el control operativo de una sola empresa. En contraste, comúnmente varias empresas se relacionan con los ciclos de desempeño dedicados a la atención al cliente y las adquisiciones.

Es importante comprender que la frecuencia y la intensidad de las transacciones entre los ciclos de desempeño son variables. Algunos ciclos de desempeño se establecen para facilitar una compra o una venta una sola vez. En tal caso, la cadena de suministro asociada se diseña, se implementa y se elimina una vez terminada la transacción. Otros ciclos de desempeño representan posiciones operativas de larga duración. Un factor que complica esto es que cualquier operación o planta en una cadena de suministro puede al mismo tiempo participar en varias otras disposiciones. Por ejemplo, el almacén de un mayorista de hardware puede recibir con regularidad mercancía de diversos fabricantes y atender a minoristas que compiten. Asimismo, un transportista puede participar en numerosas cadenas de suministro que abarquen una gran variedad de industrias.

Cuando se considera una cadena de suministro con un alcance nacional o multinacional que participa en comercializar una amplia línea de productos a numerosos clientes, que realiza fabricación y ensamblado básicos, y que adquiere materiales y componentes de manera global, es difícil comprender la noción de los ciclos de desempeño individuales que vinculan todas las operaciones de las empresas participantes. Es abrumador estimar cuántos ciclos de desempeño existen en la estructura de la cadena de suministro de General Motors o de IBM.

Sin tomar en cuenta la cantidad y las misiones diferentes de los ciclos de desempeño que despliega una cadena de suministro específica para satisfacer sus requerimientos logísticos, cada uno debe diseñarse individualmente y administrarse operativamente. Nunca se insiste lo suficiente en la importancia fundamental del diseño y la operación del ciclo de desempeño: **El ciclo de desempeño logístico es la unidad básica de diseño y control operativo de una cadena de suministro. En esencia, la estructura del ciclo de desempeño es el sistema para implementar la logística integrada a través de la cadena de suministro.**

La figura 2.6 presenta una estructura escalonada de cadena de suministro que contiene los ciclos de desempeño logístico básicos. La figura 2.7 exhibe una red de ciclos de desempeño flexibles integrados en una estructura multiescalonada.

Para comprender la arquitectura de los sistemas logísticos integrados de una cadena de suministro son importantes tres puntos. Primero, como se señaló antes, los ciclos de desempeño son la unidad fundamental para la logística integrada a través de la cadena de suministro. Segundo, la estructura del ciclo de desempeño de una cadena de suministro, en términos de la disposición de los vínculos y los nodos, es básicamente la misma ya sea que se interese en la atención al cliente, el apoyo para la fabricación o las adquisiciones. Sin embargo, existen diferencias considerables en el grado de control que una empresa individual puede ejercer sobre un tipo específico de ciclo de desempeño. Tercero, sin tomar en cuenta cuán vasta y compleja sea la estructura general de una cadena de suministro, deben identificarse y evaluarse las interfaces y los procesos de control esenciales en términos de las disposiciones individuales del ciclo de desempeño y la responsabilidad administrativa asociada.

FIGURA 2.6
Ciclos del desempeño logístico

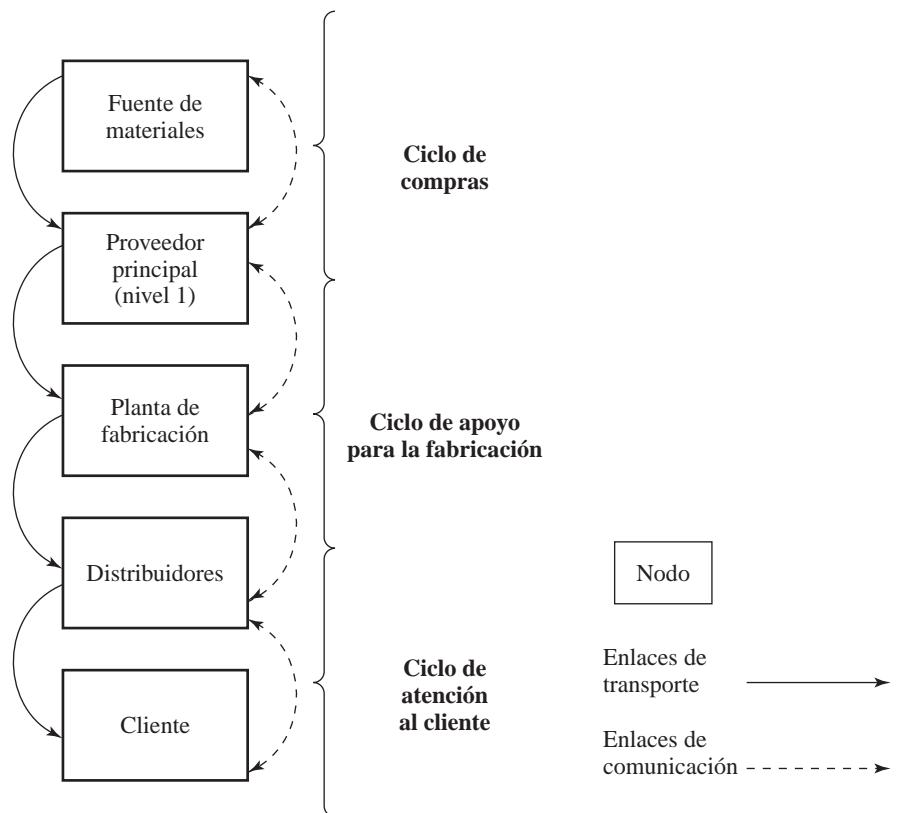


FIGURA 2.7 Red logística flexible multiescalonada

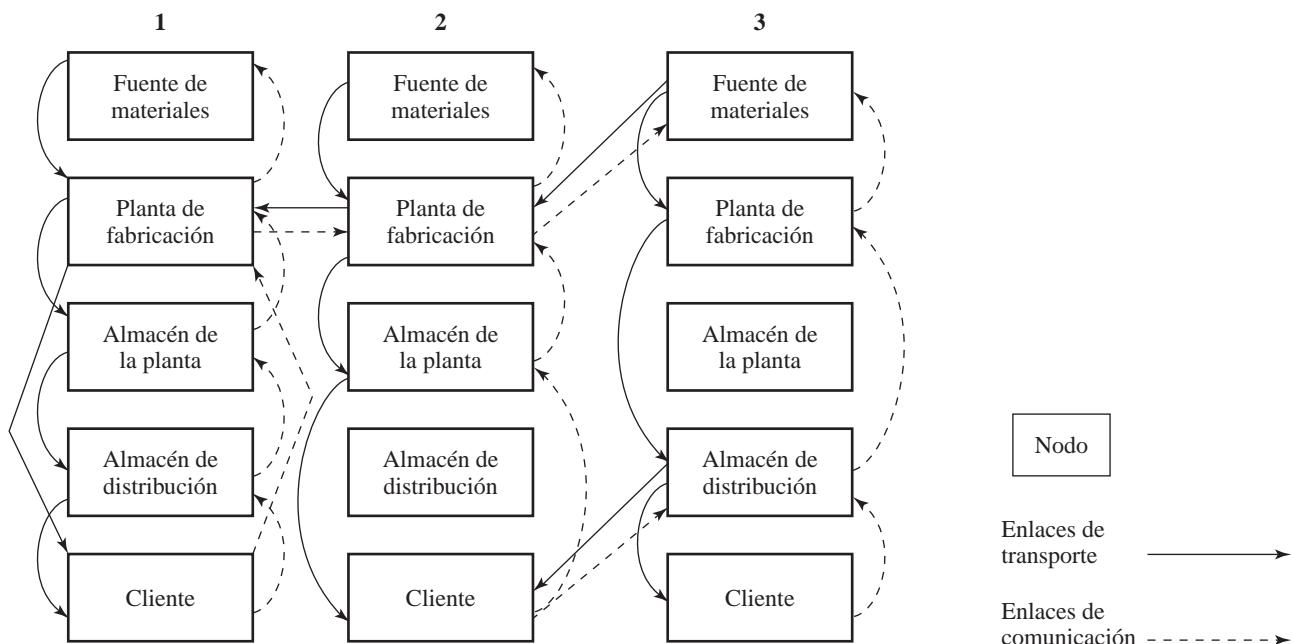
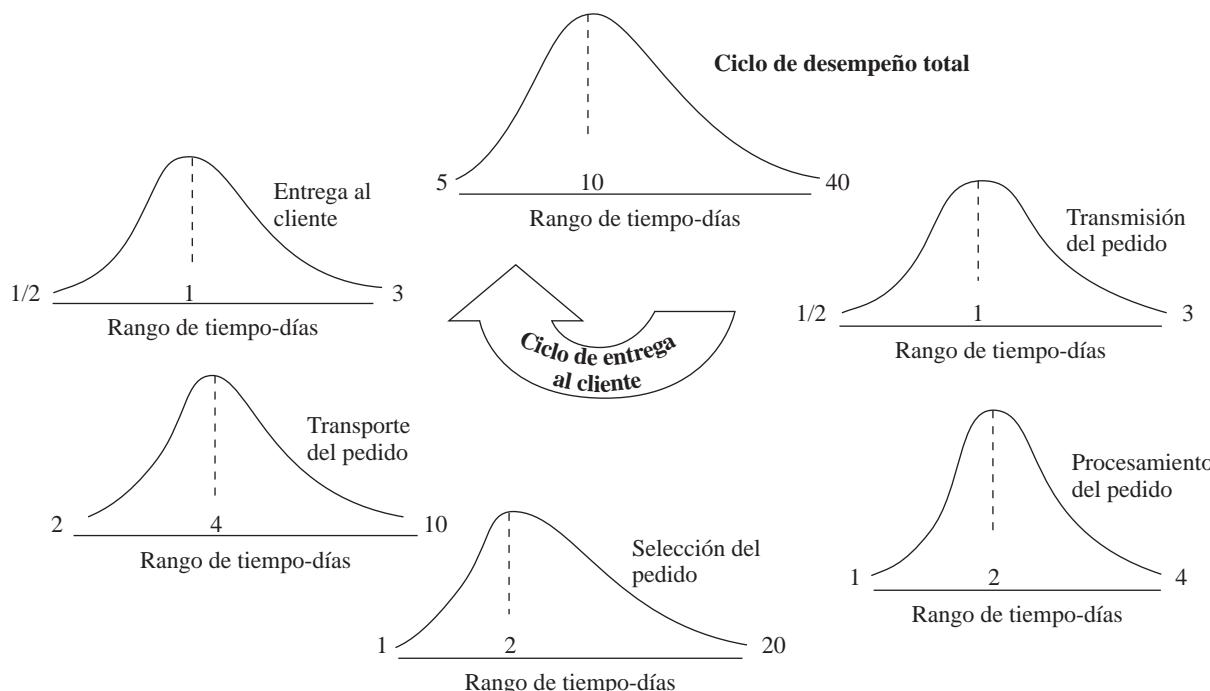


FIGURA 2.8 Incertidumbre del ciclo de desempeño

Incertidumbre del ciclo de desempeño

Un objetivo primordial de la logística en todas las áreas operativas es reducir la incertidumbre del ciclo de desempeño. El dilema es que la estructura misma del ciclo de desempeño, las condiciones operativas y la calidad de las operaciones logísticas introducen de manera aleatoria variaciones operativas.

La figura 2.8 ilustra el tipo y la magnitud de la variación que puede desarrollarse en las operaciones del ciclo de desempeño. La ilustración de éste se basa en la entrega del inventario de artículos terminados. Las distribuciones en el tiempo, como se aprecia, reflejan estadísticamente el historial operativo para cada tarea del ciclo. El diagrama muestra, del mínimo al máximo, el tiempo históricamente requerido para completar cada tarea y la distribución del tiempo resultante para el ciclo de desempeño general. Las líneas de guiones verticales reflejan el tiempo promedio para realizar cada tarea.

En términos de tareas específicas, la variación es el resultado de la naturaleza del trabajo implícito. La transmisión de pedidos es muy confiable cuando se utiliza intercambio electrónico de datos (EDI, por sus siglas en inglés) o Internet, y es más errática cuando se emplean el teléfono o el correo rutinario. Sin tomar en cuenta el nivel de tecnología asociada, ocurrirá una variación operativa como resultado de los cambios diarios en la carga de trabajo y la resolución de eventos inesperados.

El tiempo y la variación relacionados con el procesamiento de pedidos son una función de la carga de trabajo, el grado de automatización y las políticas relativas a la aprobación del crédito. La selección de pedidos, la velocidad y el retraso asociados se relacionan directamente con la capacidad, la sofisticación en el manejo de materiales y la disponibilidad de recursos humanos. Cuando se agotan las existencias de un producto, el tiempo para consolidar un pedido puede incluir un programa de fabricación o compra de inventario. El tiempo de transporte requerido es una función de la distancia, el tamaño del embarque, el tipo de transporte y las condiciones operativas. La entrega final a los clientes puede variar, dependiendo de los tiempos de recepción autorizados, los compromisos para entrega, la disponibilidad de la fuerza de trabajo y los requerimientos de equipo y de descarga especializados.

En la figura 2.8, el historial del desempeño del tiempo total del pedido a la entrega varía de 5 a 40 días. El ciclo de 5 días refleja la poco probable situación de que cada tarea se realice en el mí-

nimo tiempo posible. El ciclo de 40 días representa el igualmente poco probable extremo opuesto, en donde cada tarea requiere el máximo de tiempo. El desempeño del ciclo planificado u objetivo del pedido a la entrega es controlar la variación combinada de modo que la mayor cantidad posible de veces las operaciones reales tarden sólo 10 días. Cuando el desempeño real tarda más de 10 o menos de 10 días, es posible que se requieran acciones administrativas para satisfacer los requerimientos del cliente. Tales acciones requieren recursos adicionales y reducen la eficiencia logística general.

La meta de la sincronización del ciclo de desempeño es lograr el tiempo planificado para el proceso. El desempeño retrasado en cualquier punto de la cadena de suministro provoca una posible interrupción de las operaciones. Tales retrasos requieren establecer existencias de seguridad para cubrir las variaciones. Cuando ocurre un desempeño más rápido que el esperado, se requerirá trabajo no planificado para manejar y guardar el inventario que llega antes. Debido a los inconvenientes y los gastos de una entrega temprana o retrasada, es natural que los administradores de la logística pongan mucha atención en la regularidad operativa. Una vez que se cuente con operaciones regulares, deben realizarse todos los esfuerzos posibles con el fin de reducir al mínimo el tiempo requerido para completar el ciclo de desempeño. En otras palabras, los ciclos más cortos son convenientes porque reducen el activo total. Sin embargo, la importancia de la velocidad se relaciona directamente con la regularidad del desempeño. Dado que la regularidad es la meta principal, los ciclos de pedidos más rápidos reducen el riesgo del inventario y mejoran el desempeño de la rotación.

Resumen

La logística es el proceso que vincula a los participantes de una cadena de suministro en operaciones integradas. El costo del desempeño logístico para llevarla a cabo es un gasto importante para casi todas las empresas y disposiciones de cadenas de suministro.

El servicio logístico se mide en términos de la disponibilidad, el desempeño operativo y la confiabilidad. Cada aspecto del servicio se delimita en términos de expectativas y requerimientos del cliente. La logística se concentra en proporcionar los atributos esenciales del servicio al cliente al costo total más bajo posible. Tal compromiso con el cliente, en un sistema de costos exactos, es la propuesta de valor logístico.

El trabajo real de la logística es funcional por naturaleza. La ubicación de las plantas debe formar una red, la información debe formularse y compartirse, el transporte debe organizarse, el inventario debe aprovecharse y, en la medida requerida, deben realizarse actividades de almacenamiento, manejo de materiales y empacado. El enfoque logístico tradicional consistía en realizar cada tarea funcional lo mejor posible con una consideración limitada de la manera en que un área de trabajo afectaba a las demás. Debido a que el trabajo de la logística es muy detallado y complejo, existe una tendencia natural a concentrarse en el desempeño funcional. Aunque es importante la excelencia en las funciones, esto debe apoyar la capacidad logística general.

Las funciones de la logística se combinan en tres procesos operativos: atención al cliente, apoyo para la fabricación y adquisiciones. Para lograr una integración interna deben coordinarse los flujos de inventario y de información entre estas áreas.

En la sincronización de una cadena de suministro, el principal elemento operativo es el ciclo de desempeño logístico, el cual es también la unidad principal de análisis en el diseño logístico. La estructura del ciclo de desempeño proporciona la lógica para combinar los nodos, niveles, vínculos y la asignación del activo esenciales para realizar las operaciones de atención al cliente, apoyo para la fabricación y adquisiciones. Existen muchas semejanzas y varias diferencias importantes entre los ciclos de desempeño dedicados a estas áreas operativas logísticas. Comprender por completo estas semejanzas y diferencias es fundamental para planificar y controlar la integración general de una cadena de suministro. La propuesta básica es que, sin tomar en cuenta el tamaño y la complejidad, la integración logística se comprende y se evalúa mejor por medio de la estructura y la dinámica del ciclo de desempeño.

La meta principal es lograr la regularidad. El reto es diseñar una cadena de suministro capaz de realizar el trabajo logístico requerido lo más rápido posible, pero todavía más importante, de la manera más regular posible. Los retrasos inesperados, al igual que un desempeño operacional más

rápido que el estimado, pueden combinarse para aumentar o reducir el tiempo que se requiere para completar un ciclo de desempeño. Tanto la entrega anticipada como la retrasada son inconvenientes e inaceptables desde una perspectiva operativa.

El capítulo 2 desarrolló algunos fundamentos importantes de la disciplina logística y el modo en que crea valor en el contexto de una cadena de suministro. Estas consideraciones relacionadas con la naturaleza del trabajo logístico, la importancia de lograr una integración operativa interna a través de la administración del inventario y el flujo de la información, considerar la estructura del ciclo de desempeño como la unidad de análisis básica, y la administración de la incertidumbre operativa se combinan para formar un conjunto lógicamente uniforme de conceptos esenciales para apoyar la administración de una cadena de suministro. El capítulo 3 se concentra en la atención al cliente, que impulsa el desempeño de una cadena de suministro.

Preguntas desafiantes

1. Proporcione un ejemplo de un compromiso común que ocurre entre las áreas de trabajo de la logística.
2. Analice y comente la siguiente afirmación: “La elección de una ubicación conveniente para la red puede crear una ventaja competitiva sustancial.”
3. ¿Por qué las operaciones de atención al cliente suelen ser más erráticas que las operaciones de apoyo para la fabricación y las adquisiciones?
4. ¿Cómo ha cambiado el costo de transporte, como un porcentaje del costo logístico total, desde 1980?
5. Describa la propuesta de valor logístico. Sea específico en relación con la atención al cliente y el costo.
6. Describa las semejanzas y las diferencias fundamentales entre los ciclos de desempeño de las adquisiciones, el apoyo para la fabricación y la atención al cliente en cuanto a su relación con el control logístico.
7. Compare y contraste un nodo y un vínculo del ciclo de desempeño. Proporcione un ejemplo de cada uno.
8. ¿Cómo la “búsqueda de la calidad” afecta las operaciones logísticas? ¿El concepto de la calidad total tiene relevancia cuando se aplica a la logística?
9. Analice la relación de la incertidumbre y el ciclo de desempeño logístico general. Mencione y proporcione ejemplos de cómo controlar la variación del ciclo de desempeño.
10. ¿Cuál es la lógica de diseñar estructuras logísticas escalonadas? ¿Se pueden combinar estructuras escalonadas y directas?

Atención al cliente

Mercadotecnia orientada al cliente

- Transacciones versus relaciones mercadológicas*
- Resultados del servicio en la cadena de suministro*

Servicio al cliente

- Disponibilidad*
- Desempeño operativo*
- Confiabilidad del servicio*
- Órdenes perfectas*
- Plataformas de servicio básico*

Satisfacción del cliente

- Expectativas del cliente*
- Un modelo de satisfacción del cliente*
- Aumento de las expectativas del cliente*
- Limitaciones de la satisfacción del cliente*

Éxito del cliente

- Logro del éxito del cliente*
- Servicios de valor agregado*

Predicción

- Requerimientos de una predicción*
- Componentes de una predicción*
- Proceso de predicción*
- Técnicas de predicción*
- Exactitud de una predicción*

Planeación, predicción y reabasto en colaboración

Administración de la relación con el cliente

Resumen

Aunque en cierto modo es obvio, es importante establecer inicialmente que la logística contribuye al éxito de una organización al atender las expectativas y los requerimientos del cliente acerca de la entrega y la disponibilidad del inventario. Sin embargo, lo que no es tan obvio es lo que significa exactamente el término *cliente*. El concepto de administración de la cadena de suministro requiere un análisis cuidadoso del significado exacto del término y comprender que existen muchas perspectivas diferentes.

Desde la perspectiva de la cadena de suministro total, el cliente definitivo es el usuario final del producto o el servicio, cuyas necesidades o requerimientos deben atenderse. Históricamente ha sido útil distinguir dos tipos de usuarios finales. El primero es un consumidor, una persona o

un hogar que adquieren productos y servicios para satisfacer necesidades personales. Cuando una familia compra un automóvil con el fin de utilizarlo para el transporte personal, esa familia es el cliente de la cadena de suministro. El segundo tipo de usuario final es una organización. Las organizaciones o instituciones hacen compras para permitir que un usuario final realice una tarea o actividad en la organización. Cuando una compañía compra un automóvil para un vendedor o herramientas para que las utilice un trabajador de ensamblado en una planta de fabricación, se considera que la compañía es un cliente y que el vendedor o el trabajador de ensamblado es el usuario final de los productos de la cadena de suministro. Una perspectiva propia de la administración de la cadena de suministro exige que todas las empresas participantes en ésta se concentren en cumplir las necesidades y requerimientos de los usuarios finales, ya sean personas u organizaciones.

Existe otra perspectiva de cliente para una empresa específica dentro de la cadena de suministro. Esta perspectiva reconoce que suelen existir organizaciones intermedias entre la empresa y los usuarios finales. La terminología común reconoce a estas organizaciones como clientes intermedios. Por lo tanto, en la cadena de suministro de Procter & Gamble (P&G) que distribuye el detergente para lavandería Tide a los clientes finales, los supermercados Kroger y Safeway son clientes intermedios; compran Tide de P&G para revenderlo a los clientes.

Por último, para un experto en logística, un cliente es cualquier lugar de entrega. Los destinos normales van desde las casas de los clientes hasta las empresas minoristas y mayoristas, las bahías de recepción de las plantas de fabricación y los almacenes. En algunos casos, el cliente es una organización o una persona diferente que adquiere la propiedad del producto o servicio que se entrega. En muchas otras situaciones, el cliente es una planta distinta de la misma empresa o un socio comercial en algún otro lugar de la cadena de suministro. Por ejemplo, es común para el administrador de la logística de un almacén minorista considerar las tiendas individuales que se van a atender como clientes del almacén, incluso cuando las tiendas son parte de la misma organización.

Sin tomar en cuenta la motivación y el propósito de la entrega, al establecer los requerimientos de desempeño logístico el cliente que se atiende es el punto focal y la fuerza motriz. Al establecer una estrategia logística, es fundamental comprender por completo las necesidades del cliente que deben atenderse. Este capítulo detalla diversos métodos para atender esos requerimientos. La primera sección presenta los conceptos fundamentales implícitos referentes a la mercadotecnia orientada al cliente, y se realiza un análisis de cómo la logística apoya la estrategia general de mercadotecnia de una empresa. La segunda sección describe cómo los resultados de la cadena de suministro afectan a los usuarios finales y cómo deben estructurarse tales resultados para cumplir sus requerimientos. Las secciones siguientes explican los crecientes niveles de sofisticación en la atención a los clientes. Estos niveles van desde las nociones tradicionales del servicio logístico al cliente hasta la completa satisfacción de los mismos en el cumplimiento de sus expectativas, lo cual ayuda a los clientes a tener éxito al cumplir sus requerimientos empresariales. El capítulo concluye con un análisis de la predicción de la demanda del cliente, el proceso que establece el compromiso inicial de una compañía para cumplir los requerimientos del cliente.

Mercadotecnia orientada al cliente

Los principios básicos de la mercadotecnia orientada al cliente tienen sus raíces en el **concepto de mercadotecnia**, una filosofía empresarial que sugiere que el punto central de la estrategia de una empresa deben ser los clientes que pretende atender. Sostiene que, para que una organización logre sus metas, debe ser más eficaz que sus competidores en identificar las necesidades de los clientes específicos y concentrar los recursos y las actividades en atender estos requerimientos. Es evidente que para atender a los clientes deben integrarse muchos aspectos de la estrategia de una empresa, la logística es sólo uno de ellos. El concepto de mercadotecnia se basa en cuatro ideas fundamentales: las necesidades y los requerimientos de los clientes son más básicos que los productos o los servicios; diferentes clientes tienen necesidades y requerimientos distintos; los productos y los servicios sólo se vuelven significativos cuando están disponibles y posicionados desde la perspectiva del cliente, quien es el centro de la estrategia logística; y, el volumen es secundario frente a las ganancias.

La noción de que las necesidades del cliente son más básicas que los productos o servicios, hace prioritario comprender por completo lo que impulsa las oportunidades del mercado. La clave es comprender y desarrollar la combinación de productos y servicios que cumplirán esos requerimientos. Por ejemplo, si los clientes requieren elegir aparatos de sólo tres diferentes colores, no tiene caso ofrecer seis colores. Tampoco tiene mucho sentido ofrecer al mercado sólo aparatos blancos si la elección de colores es importante desde la perspectiva del cliente. La idea es llegar a comprender lo suficiente las necesidades básicas del cliente para que los productos y servicios coincidan con estas oportunidades. Una mercadotecnia exitosa comienza con un estudio profundo de los clientes para identificar los requerimientos de productos y servicios.

El segundo aspecto fundamental de este concepto de mercadotecnia es que no hay un mercado único para cualquier producto o servicio específico. Todos los mercados están compuestos por segmentos diferentes, cada uno de los cuales tiene requerimientos distintos. Para lograr una segmentación eficiente del mercado, se requiere que las empresas identifiquen claramente los segmentos del mismo y seleccionen los objetivos específicos. Aunque un análisis pormenorizado de la segmentación del mercado está más allá del alcance de este texto, es importante observar que los requerimientos logísticos de los clientes suelen ofrecer una base efectiva para la clasificación. Por ejemplo, un contratista que construye casas nuevas puede hacer un pedido de aparatos varias semanas antes de que los vaya a instalar, mientras que un cliente que compra una refacción para un aparato roto requiere la disponibilidad y la entrega inmediatas de tal refacción. No es probable que una empresa pueda operar en todos los segmentos del mercado o que pueda cumplir de manera rentable todas las combinaciones posibles de requerimientos de los clientes; por lo tanto, un aspecto esencial del concepto de mercadotecnia se centra en el cuidado de hacer coincidir las capacidades de la empresa con algunos segmentos específicos.

Para que la mercadotecnia tenga éxito, los productos y los servicios deben estar disponibles para los clientes. En otras palabras, el tercer aspecto fundamental de la mercadotecnia es que los clientes puedan obtener con facilidad los productos que desean. Para facilitar una acción de compra, es necesario concentrar los recursos de la empresa vendedora en los clientes y en el posicionamiento de los productos. Cuatro conveniencias económicas agregan valor a los clientes: **forma, posesión, tiempo y lugar**. La forma del producto se genera en su mayor parte durante el proceso de fabricación. Por ejemplo, la forma útil resulta del ensamblado de las piezas y componentes para una máquina lavavajillas. La mercadotecnia crea la posesión al informar a los clientes potenciales la disponibilidad del producto/servicio y al permitir el intercambio de propiedad. Por lo tanto, la mercadotecnia sirve para identificar y comunicar los atributos del producto o servicio y para desarrollar mecanismos útiles para el intercambio entre el comprador y el vendedor. La logística proporciona una conveniencia de tiempo y lugar. En esencia, esto significa que la logística debe asegurar que el producto esté disponible cuando y donde lo deseen los clientes. El logro de las conveniencias de tiempo y lugar requiere un esfuerzo importante y es costoso. Las transacciones rentables sólo se materializan cuando se combinan las cuatro conveniencias de una manera relevante para los clientes.

El cuarto aspecto del concepto de mercadotecnia es la atención en la rentabilidad, en contraste con el volumen de ventas. Una dimensión importante del éxito es el grado de rentabilidad producido por las relaciones con los clientes, no por el volumen vendido. Por lo tanto, las variaciones en las cuatro conveniencias básicas: forma, posesión, tiempo y lugar, se justifican si un cliente o segmento de clientes valora y está dispuesto a pagar la modificación. En el ejemplo de la máquina lavavajillas, si un cliente solicita la opción de un color único y está dispuesto a pagar algo adicional, entonces la petición puede y debe atenderse, siempre y cuando se obtenga un margen positivo de contribución. Un refinamiento final de la estrategia de mercadotecnia se basa en reconocer que todos los aspectos de una oferta de producto/servicio están sujetos a modificación cuando se justifican con base en la rentabilidad.

Transacciones versus relaciones mercadológicas

Las estrategias de mercadotecnia tradicionales se concentran en obtener transacciones o intercambios exitosos con los clientes para impulsar aumentos en los ingresos y en las ganancias. En este método, denominado **mercadotecnia de transacciones**, las empresas suelen orientarse hacia una interacción a corto plazo con sus clientes. El concepto tradicional de mercadotecnia enfatiza la

atención de las necesidades y requerimientos de los clientes, algo con lo que pocas organizaciones empresariales no estarían de acuerdo. Sin embargo, tal como es practicada por muchas empresas, el resultado es concentrarse en crear transacciones individuales exitosas entre un proveedor y sus clientes.

De manera paralela al desarrollo del concepto de administración de una cadena de suministro, se ha presentado un cambio en la filosofía relacionada con la naturaleza de la estrategia de la mercadotecnia. En general, este cambio se conoce como la **mercadotecnia de relaciones**, la cual se centra en el establecimiento de relaciones a largo plazo con los participantes importantes de la cadena de suministro, como los clientes, los clientes intermedios y los proveedores, en un esfuerzo por desarrollar y conservar su preferencia y lealtad a largo plazo. La mercadotecnia de relaciones se basa en comprender que en muchas industrias es tan importante conservar a los clientes actuales y obtener una participación más grande de sus compras, como atraer clientes nuevos.¹

Lo más reciente en la segmentación del mercado y en la mercadotecnia de relaciones es concentrarse en el cliente individual. Este enfoque, conocido como **micro mercadotecnia o mercadotecnia uno a uno**, reconoce que cada cliente individual tiene requerimientos únicos. Por ejemplo, aunque Wal-Mart y Target vendan artículos de manera masiva, sus requerimientos en términos de cómo prefieren interactuar logísticamente con los proveedores difieren significativamente. Un fabricante que quiere hacer negocios con estos dos importantes minoristas debe adaptar sus operaciones logísticas a las necesidades específicas de cada uno. El mejor modo de asegurar el éxito a largo plazo de una organización es hacer una rigurosa investigación y después incorporar los requerimientos de los clientes individuales.² Tales relaciones tal vez no sean factibles con todos los clientes. También es cierto que muchos clientes pueden no preferir esta relación cercana con todos los proveedores. Sin embargo, las relaciones uno a uno reducen de manera significativa los costos de las transacciones, atienden mejor los requerimientos de los clientes y convierten las transacciones individuales en un asunto de rutina.

Resultados del servicio en la cadena de suministro

Imagine una sociedad en la cual cada persona es totalmente independiente: cada uno produciría y consumiría todos los productos y servicios necesarios para la supervivencia, de modo que no fuera necesaria ninguna actividad económica relacionada con el intercambio de bienes y servicios entre las personas. En la actualidad no es posible encontrar tal sociedad. En la realidad, conforme las personas comienzan a especializarse en la producción de bienes o servicios específicos, debe surgir un mecanismo para el intercambio de éstos que satisfaga las necesidades de consumo de las personas. Para hacerlo de manera eficaz y efectiva, las empresas deben superar tres discrepancias: la discrepancia en **espacio**, la discrepancia en **tiempo**, y la discrepancia en **cantidad y surtido**.

La discrepancia en el espacio se refiere al hecho de que la ubicación de las actividades de producción y la ubicación del consumo rara vez son iguales. Por ejemplo, considere la industria de muebles para el hogar. En Estados Unidos casi todos los muebles para el hogar se fabrican en una pequeña área geográfica en Carolina del Norte, y gran parte de los muebles para oficinas se fabrican en Michigan. Sin embargo, ¿dónde está la demanda de muebles? En todo el país. Esta diferencia entre la ubicación de la producción y la ubicación del consumo es un reto fundamental del transporte que debe superarse para lograr el intercambio.

La discrepancia en tiempo se refiere a la diferencia de sincronización entre la producción y el consumo. Algunos productos, por ejemplo las mercancías para agricultores, se producen durante períodos cortos, pero los clientes las solicitan de manera continua. Por otra parte, muchos productos se fabrican previendo una demanda futura de los clientes. Como la fabricación no suele ocurrir al mismo tiempo que la demanda de los productos, se requiere un inventario y un

¹ Thomas O. Jones y W. Earl Sasser, Jr., "Why Satisfied Customers Defect", *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre de 1995, pp. 88-89.

² Para un análisis pormenorizado del método uno a uno, consulte Don Peppers y Martha Rogers, *The One-to-One Manager: Real World Lessons in Customer Relationship Management*, Nueva York: Doubleday, 1999.

almacenamiento. Debe observarse que gran parte del análisis en este texto se dedica a los retos que encaran las empresas para hacer coincidir con mayor precisión la tasa de producción con el consumo del mercado.

La discrepancia en cantidad y surtido se refiere al hecho de que las empresas fabricantes suelen especializarse en producir grandes cantidades de una variedad limitada de artículos. Por otra parte, los clientes suelen demandar cantidades pequeñas de numerosos artículos. Esta diferencia entre los sectores de producción y consumo de la economía debe conciliarse de algún modo para generar la variedad y el surtido de productos requeridos por los clientes.

Para eliminar estas discrepancias, Bucklin desarrolló una teoría duradera que especifica cuatro resultados genéricos del servicio necesarios para atender los requerimientos del cliente: 1) la conveniencia espacial, 2) el tamaño de los lotes, 3) el tiempo de espera o de entrega, y 4) la variedad y el surtido de productos.³ Como se analizó antes, los diferentes clientes tienen requerimientos distintos en relación con tales servicios. Es evidente que se requieran estructuras diferentes de la cadena de suministro para atender tales diferencias.

Conveniencia espacial

La conveniencia espacial, el primer resultado del servicio, se refiere a la cantidad de tiempo y esfuerzo de compra que se requerirá por parte del cliente. Se obtienen niveles más altos de conveniencia espacial en una cadena de suministro al permitir a los clientes el acceso a sus productos en una mayor cantidad de lugares, lo cual reduce el esfuerzo de compra. Por ejemplo, considere la industria de los muebles para el hogar. Algunos fabricantes utilizan una estructura que incluye tiendas departamentales, distribuidores masivos de productos, y numerosas cadenas de tiendas especializadas en muebles y tiendas independientes. Por otra parte, Ethan Allen restringe la disponibilidad de la marca a un número limitado de tiendas minoristas Ethan Allen autorizadas. Esta diferencia en el nivel de conveniencia espacial tiene implicaciones importantes para la estructura general de la cadena de suministro y para el costo logístico en que se incurre en la cadena. También es evidente que algunos clientes están dispuestos a dedicar más tiempo y esfuerzo que otros en su búsqueda por un producto o marca deseados.

Tamaño de los lotes

El segundo resultado del servicio es el tamaño de los lotes, el cual se refiere a la cantidad de unidades adquiridas en cada transacción. Cuando se requiere que los clientes compren en cantidades grandes, ellos deben incurrir en los costos del almacenamiento y el mantenimiento del producto. Cuando la cadena de suministro les permite comprar en lotes más pequeños, es más fácil que hagan coincidir sus requerimientos de consumo con sus compras. En las economías desarrolladas, las cadenas de suministro alternas suelen ofrecer a los clientes una opción del nivel de resultado del servicio de acuerdo con el tamaño de los lotes. Por ejemplo, los clientes que están dispuestos a comprar toallas de papel en un paquete de 12 o 24 rollos pueden adquirirlas en Sam's Club o en Costco. O bien, pueden comprar pocos rollos en una tienda cercana. Por supuesto, la cadena de suministro que permite a los clientes adquirir cantidades pequeñas normalmente experimenta un costo más alto y, por lo tanto, impone a los clientes precios unitarios superiores.

Tiempo de espera

El tiempo de espera es el tercer resultado general del servicio. Se define como la cantidad de tiempo que debe esperar el cliente entre el pedido y la recepción de los productos; entre menor es el tiempo de espera, más alto es el nivel del servicio de la cadena de suministro. Las cadenas alternas ofrecen a los clientes y a los usuarios finales opciones en términos de la cantidad de tiempo de espera que requieren. En la industria de las computadoras personales, un cliente puede visitar una tienda especializada en electrónica, hacer una compra y llevar a su casa una computadora de forma inmediata. O bien, el cliente puede hacer un pedido de un catálogo o a través de Internet y

³Louis P. Bucklin, *A Theory of Distribution Channel Structure*, Berkeley, CA: IBER Special Publications, 1966.

esperar la entrega en su casa u oficina. En un sentido general, entre más prolongado es el tiempo de espera, más inconveniente es para el cliente. Sin embargo, tales cadenas de suministro suelen incurrir en costos más bajos y los clientes están dispuestos a esperar si son recompensados con precios más bajos.

Variedad y surtido de productos

La variedad y el surtido de productos son el cuarto resultado del servicio. Las cadenas de suministro diferentes ofrecen niveles distintos de variedad y surtido a los clientes y usuarios finales. Los supermercados normales se relacionan con cadenas de suministro que ofrecen una amplia variedad de muchos diferentes tipos de productos y un surtido de marcas, tamaños y demás, de cada tipo. De hecho, los supermercados pueden tener más de 35 000 artículos diferentes en exhibición. Por otra parte, los almacenes ofrecen una menor variedad y surtido de productos y sus existencias suelen estar en el rango de 8 000 a 10 000 artículos, además, ofrecen sólo una marca y tamaño de cada artículo. Las tiendas pequeñas sólo conservan algunos cientos de artículos y ofrecen poca variedad o surtido en comparación con los supermercados.

Las cadenas de suministro proporcionan resultados adicionales del servicio a sus clientes. Además de los cuatro resultados generales del servicio analizados anteriormente, otros investigadores han identificado que los servicios relacionados con la información, la personalización de los productos y el apoyo después de la venta son muy importantes para ciertos clientes.⁴ Lo que hay que recordar es que no existe un mercado homogéneo en donde todos los clientes deseen los mismos servicios presentados de la misma manera. Difieren en términos de cuáles servicios son más importantes y en términos del nivel de cada uno de los servicios deseados para atender sus necesidades. Por ejemplo, algunos clientes requieren una disponibilidad inmediata de una computadora personal, mientras que otros prefieren esperar tres días por una computadora configurada con sus requerimientos exactos. Además, los clientes difieren en términos de cuánto están dispuestos a pagar por los servicios. Como los niveles de servicio más altos suelen implicar costos de distribución en el mercado más elevados, las organizaciones deben valorar con cuidado la sensibilidad de los clientes a los precios, en relación con su deseo de un menor tiempo de espera, conveniencia y otros resultados del servicio. Atender los requerimientos de los clientes para los resultados del servicio tiene implicaciones importantes en cómo terminan por configurarse las cadenas de suministro, cuáles tipos de compañías participantes pueden incluirse para satisfacer los requerimientos del servicio y los costos incurridos en el proceso. Ahora la atención se concentra en consideraciones más específicas en cuanto a la atención al cliente en un contexto logístico. Se analizan tres niveles de atención al cliente: el servicio al cliente, la satisfacción del cliente y el éxito del cliente.

Servicio al cliente

El principal valor de la logística es atender los requerimientos del cliente al mismo tiempo que mantiene la eficacia en los costos. Aunque casi todos los administradores principales coinciden en que el servicio al cliente es importante, a veces le resulta muy difícil explicar qué es y cómo se hace. Si bien algunas definiciones comunes del servicio al cliente son “alguien con quien es fácil hacer negocios” y “ser reactivos para los clientes”, se requiere un sistema más detallado para comprender por completo este concepto.

Filosóficamente, el servicio al cliente representa la función de la logística para satisfacer el concepto de mercadotecnia. Un programa de servicio al cliente debe identificar y priorizar todas las actividades requeridas para atender los requerimientos logísticos del cliente al mismo nivel, o mejor, que los competidores. Al establecer un programa de servicio al cliente, es imperativo identificar estándares de desempeño claros para cada una de las actividades y medidas relacionadas

⁴V. Kasturi Rangan, Meluia A. J. Menzies y E. P. Maier, "Channel Selection for New Industrial Products: A Framework, Method and Application", *Journal of Marketing* 56, julio de 1992, pp. 72-73.

con estos estándares. En los programas básicos de servicio al cliente el objetivo suele estar en los aspectos operativos de la logística y en asegurar que la organización sea capaz de proporcionar los siete derechos a su cliente: la cantidad correcta del producto correcto, en el momento y el lugar correctos, en la condición y precio correctos, y con la información correcta.

Es evidente que un servicio sobresaliente al cliente agrega un valor en toda la cadena de suministro. El interés fundamental para el desarrollo de una estrategia de servicio es: **¿el costo asociado con un desempeño específico del servicio representa una inversión sólida?** Para formular una estrategia básica del servicio se requiere un análisis cuidadoso del desempeño competitivo y la sensibilidad del cliente a los atributos del servicio. En el capítulo 2 se identificó que los atributos fundamentales del servicio básico al cliente eran la disponibilidad, el desempeño operativo y el servicio al cliente. Ahora se analizan con mayor detalle estos atributos.

Disponibilidad

Es la capacidad de tener inventario cuando el cliente lo necesita. Aunque esto parece muy sencillo, muy a menudo una organización gasta bastante tiempo, dinero y esfuerzo para generar una demanda del cliente y después no tiene el producto disponible para cumplir sus requerimientos. La práctica tradicional en muchas organizaciones es almacenar inventario en previsión a los pedidos del cliente. Comúnmente, un plan de almacenamiento del inventario se basa en una demanda predicha de productos y puede incluir políticas diferenciales de almacenamiento de existencias de artículos específicos como resultado de la popularidad de venta, la rentabilidad o la importancia de un artículo para la línea general de productos y el valor de la mercancía.

Aunque el detalle de establecer políticas para conservar las existencias en el inventario se cubre en el capítulo 6, desde este momento debe quedar claro que lograr altos niveles de disponibilidad del inventario requiere mucha planeación. De hecho, la clave es lograr estos altos niveles de disponibilidad al mismo tiempo que se minimiza la inversión general en el inventario y en las plantas. Los programas exactos de disponibilidad del inventario no se consiguen ni se administran con promedios; la disponibilidad se basa en tres medidas del desempeño: la frecuencia de agotamiento de las existencias del inventario, la tasa de abastecimiento y los pedidos embarcados completos.

Frecuencia del stock out

Un agotamiento de las existencias (*stock out*), en los términos aquí sugeridos, ocurre cuando una empresa no tiene productos disponibles para cumplir la demanda del cliente. La frecuencia del stock out se refiere a la probabilidad de que una empresa no tenga inventario disponible para cubrir un pedido. Por ejemplo, un estudio de los supermercados minoristas reveló que en algún momento durante una semana, el supermercado promedio agota las existencias de aproximadamente 8% de los artículos que debería tener en exhibición. Sin embargo, es importante observar que un agotamiento de las existencias no ocurre en realidad hasta que un cliente desea un producto. La acumulación de todos los agotamientos de existencias de todos los productos es un indicador de qué tan bien está posicionada una empresa para proporcionar los compromisos básicos del servicio en la disponibilidad de artículos. Aunque esto no considera que algunos productos puedan ser más importantes que otros en términos de disponibilidad, es el punto inicial para analizar la disponibilidad del inventario.

Tasa de abastecimiento

La tasa de abastecimiento mide la magnitud o el impacto del agotamiento de las existencias durante un tiempo. Carecer de existencias no afecta el desempeño del servicio sino hasta que un cliente solicita un producto. En ese momento es importante determinar que no hay disponibilidad y cuántas unidades necesita el cliente. Por ejemplo, si un cliente quiere 100 unidades de un artículo y sólo están disponibles 97, la tasa de abastecimiento es de 97%. Para considerar de manera eficaz la tasa de abastecimiento, el procedimiento normal es evaluar el desempeño sobre el tiempo para incluir múltiples pedidos de clientes. En tal caso se puede evaluar el desempeño de la tasa de abastecimiento para un cliente o producto específico, o cualquier combinación de clientes, productos o segmentos de negocios.

Una tasa de abastecimiento sirve para diferenciar el nivel de servicio que se va a ofrecer en productos específicos. En el ejemplo anterior, si los 100 productos solicitados fueran importantes para un cliente, entonces una tasa de abastecimiento de 97% podría provocar un agotamiento de las existencias en la planta o almacén del cliente y una severa interrupción de sus operaciones. Imagine una línea de ensamblado que tiene programado producir 100 automóviles y sólo recibe 97 de los conjuntos requeridos para frenos. En situaciones donde algunos de los artículos no son fundamentales para el desempeño una tasa de abastecimiento de 97% puede ser aceptable. El cliente puede aceptar hacer otro pedido o una devolución del pedido o estar dispuesto a reordenar los artículos faltantes posteriormente. Las estrategias de la tasa de abastecimiento necesitan considerar los requerimientos del cliente acerca de los productos.

Pedidos embarcados completos

La medida más exacta del desempeño en la disponibilidad de productos son los pedidos embarcados completos. Tener todo lo que pide un cliente es el estándar de desempeño aceptable. Dejar de suministrar incluso un artículo provoca que el pedido se registre como cero en términos de un embarque completo.

Estas tres medidas de disponibilidad se combinan para establecer el grado en que la estrategia de inventario de una empresa atiende la demanda del cliente. También forman la base para evaluar el nivel de disponibilidad apropiado que se debe incorporar en el programa de servicios logísticos básicos de una empresa. Los altos niveles de inventario se suelen considerar como el medio para aumentar la disponibilidad; sin embargo, las estrategias nuevas que emplea la tecnología de la información para identificar con anticipación la demanda del cliente sobre los pedidos reales ha permitido que algunas organizaciones alcancen niveles muy altos de desempeño básico del servicio sin el correspondiente aumento en el inventario.

Desempeño operativo

Se refiere al tiempo requerido para entregar el pedido de un cliente. Ya sea que el ciclo de desempeño en cuestión sea la atención al cliente, el apoyo para la fabricación o las adquisiciones, el desempeño operativo se especifica en términos de la velocidad, la regularidad, la flexibilidad y la recuperación ante un funcionamiento defectuoso.

Velocidad

La velocidad del ciclo de desempeño es el tiempo transcurrido desde que un cliente establece la necesidad de hacer un pedido hasta que el producto le es entregado. El tiempo transcurrido requerido para la terminación del ciclo de desempeño depende del diseño del sistema logístico. Dado el alto nivel de la tecnología de comunicaciones y el transporte actuales, los ciclos de pedidos pueden durar tan poco como unas cuantas horas o tardar semanas o meses.

Por supuesto que casi todos los clientes quieren un desempeño rápido del ciclo de pedido. La rapidez es un ingrediente esencial en muchas estrategias logísticas justo a tiempo (just-in-time, JIT) y de respuesta rápida (quick-response, QR), porque los ciclos de desempeño rápidos reducen los requerimientos del inventario del cliente. El contrapeso es que la velocidad del servicio suele ser costosa: no todos los clientes necesitan o quieren la velocidad máxima si esto significa un costo total más alto. La justificación de la velocidad debe encontrarse en los equilibrios positivos; es decir, el único sistema relevante para estimar el valor de la velocidad del servicio son los beneficios percibidos por el cliente.

Regularidad

La regularidad del ciclo de pedido se mide por el número de veces que los ciclos reales cumplen el tiempo planeado para su terminación. Aunque la velocidad del servicio es importante, casi todos los administradores de la logística le asignan mayor valor a la regularidad porque afecta directamente la capacidad del cliente para planificar y efectuar sus propias actividades. Por ejemplo, si varían los ciclos de pedido, entonces un cliente debe tener existencias de seguridad como protección contra una posible entrega tardía; el grado de variabilidad se traduce directamente en requerimientos de existencias de seguridad. Debido a las numerosas actividades relacionadas con

la ejecución del ciclo de pedido, existen muchas fuentes potenciales de irregularidades en el desempeño (consulte la figura 2.8).⁵

El problema de la regularidad es fundamental para las operaciones logísticas eficaces porque cada vez es más común que los clientes especifiquen una fecha deseada e incluso un horario específico de entrega al hacer un pedido. Tal especificación puede hacerse tomando en consideración el ciclo de desempeño del proveedor, pero ése no siempre es el caso. De hecho, los clientes suelen hacer pedidos mucho antes de tener la necesidad de reabastecerse de productos. En tales situaciones, es muy difícil que comprendan por qué la entrega no ocurre según lo especificado. Lo que ellos consideran regularidad del proveedor en el desempeño operativo es si el proveedor entregó en la fecha y la hora especificadas. En tales situaciones, la definición de regularidad debe modificarse. Ya no es suficiente una evaluación en términos del horario planificado, por ejemplo, cuatro días para terminar el ciclo. Es esencial determinar si el ciclo de desempeño se concluyó de acuerdo con la especificación del cliente. Por lo tanto, en el ambiente logístico actual, la regularidad se suele considerar como el desempeño de la empresa, en términos de una entrega a tiempo.

Flexibilidad

Implica la capacidad de una empresa para atender las situaciones especiales y las solicitudes singulares o inesperadas del cliente. Por ejemplo, el esquema estándar para dar servicio a un cliente puede ser embarcar cantidades en un transporte lleno hacia el almacén del cliente. Sin embargo, de vez en cuando, el cliente puede requerir embarques de cantidades más pequeñas directos a las tiendas minoristas. La capacidad logística de una empresa se relaciona directamente con su capacidad para atender tales circunstancias inesperadas. Las situaciones que comúnmente requieren operaciones flexibles son: 1) un cambio a acuerdos de servicio básico, como una modificación en el lugar de entrega; 2) soporte de programas únicos de ventas o de mercadotecnia; 3) introducción de productos nuevos; 4) retiro de productos; 5) interrupción del suministro; 6) personalización por una sola vez del servicio básico para clientes o segmentos específicos; y 7) modificación o personalización del producto mientras está en el sistema logístico, como colocación de precios, organización o empacado. Por varias razones, la esencia de la excelencia logística estriba en la capacidad de ser flexible.

Recuperación ante un funcionamiento defectuoso

Sin tomar en cuenta el nivel de refinamiento de las operaciones logísticas de una empresa, en algún momento, algo saldrá mal. El desempeño continuo de los compromisos de servicio de manera diaria es una tarea difícil. Lo ideal es poder implementar ajustes para evitar o atender situaciones especiales, con lo cual se evita el funcionamiento defectuoso. Por ejemplo, si se agotan las existencias de un artículo importante en un almacén que atiende normalmente a un cliente, el artículo se obtiene de una planta alterna y se envía con un transporte directo. En estas situaciones, el cliente ni siquiera llega a percibir un funcionamiento defectuoso. Aunque tales recuperaciones no son siempre posibles, los programas eficaces de servicio al cliente prevén que ocurrirá un funcionamiento defectuoso e interrupciones en el servicio y tienen planes de contingencias para lograr una recuperación y medir el cumplimiento.

Confiabilidad del servicio

Implica los atributos combinados de la logística y tiene que ver con la capacidad de una empresa para realizar todas las actividades relacionadas con un pedido, al igual que proporcionar a los clientes la información importante de las operaciones logísticas y el estatus. Más allá de la disponibilidad y el desempeño operativo, los atributos de la confiabilidad pueden representar que los embarques lleguen sin daños, que las facturas estén correctas y libres de errores, que los embarques se envíen a los lugares correctos y que el envío incluya la cantidad exacta de productos solicitados. Si bien éstos y otros numerosos aspectos de la confiabilidad general son difíciles de enumerar, lo importante es que los clientes exigen que los proveedores administren de manera

⁵ Consulte la figura 2.8, p. 41.

rutinaria una amplia variedad de detalles empresariales. Además, la confiabilidad del servicio implica la capacidad y la disposición para proporcionar a los clientes información precisa de las operaciones y el estatus de un pedido. La investigación indica que la capacidad de una empresa para proporcionar información precisa es uno de los atributos más importantes de un buen programa de servicio.⁶ Cada vez más, los clientes señalan que una notificación anticipada de los problemas tales como un pedido incompleto, es más importante que el pedido completo mismo. ¡A los clientes no les agradan las sorpresas! Muy a menudo, los clientes pueden hacer ajustes ante una entrega incompleta o tardía si se les avisa con anticipación.

Órdenes perfectas

Lo definitivo en el servicio logístico es hacer todo bien y hacerlo desde la primera vez. No es suficiente llevar un pedido completo pero entregarlo a destiempo. Tampoco es suficiente entregar un pedido completo a tiempo pero llevar una factura incorrecta o incurrir en daños en el producto durante el proceso de manejo y transporte. En el pasado, casi todos los administradores logísticos evaluaban el desempeño del servicio al cliente en términos de varias medidas independientes: las tasas de abastecimiento se evaluaban contra un estándar; la entrega a tiempo se evaluaba en términos de un porcentaje de entregas realizadas a tiempo también comparadas con un estándar; las tasas de daños se evaluaban en relación con el estándar correspondiente, y así sucesivamente. Cuando cada una de estas medidas separadas era aceptable en relación con el estándar, se consideraba aceptable el desempeño general del servicio.

Sin embargo, recientemente los ejecutivos de la logística y de la cadena de suministro han comenzado a concentrarse en el desempeño con cero defectos o seis sigma. Como una extensión de los esfuerzos para la administración de la calidad total (Total Quality Management, TQM) dentro de las organizaciones, los procesos logísticos han estado sujetos al mismo escrutinio que la fabricación y otros procesos de la empresa. Se aceptó que si se establecían estándares independientes para los componentes del servicio al cliente, incluso si un desempeño alcanzaba el estándar en cada medición independiente, una cantidad importante de clientes podría tener fallas relacionadas con los pedidos. Por ejemplo, si el promedio de que los pedidos se embarcaran completos, de que la entrega fuera a tiempo y sin daños, y de que la documentación fuera correcta era de 97%, la probabilidad de que cualquier pedido se entregara sin defectos era de 88.5%. Esto se debe a que la posibilidad de que ocurra una falla combinada con cualquier otra falla es $0.97 \times 0.97 \times 0.97 \times 0.97$. Por supuesto, esto se traduce en que ocurrirá algún tipo de problema en hasta 11.5% de todos los pedidos.

La definición de una orden perfecta es que debe entregarse completo, a tiempo, en el lugar correcto, en perfectas condiciones, y con la documentación completa y precisa.⁷ Cada uno de estos elementos individuales debe cumplir con las especificaciones del cliente. Por lo tanto, una entrega completa significa todos los productos que solicitó el cliente, a tiempo significa la fecha y la hora especificadas por el cliente, y así sucesivamente. En otras palabras, el desempeño total del ciclo de pedido debe ejecutarse con cero defectos, la disponibilidad y el desempeño operativo deben ejecutarse a la perfección, y todas las actividades de apoyo deben terminarse exactamente como se prometió al cliente. Aunque tal vez no sea posible ofrecer cero defectos como una estrategia básica de servicio para absolutamente todos los clientes, tal desempeño de alto nivel puede ser una opción desde una perspectiva selectiva.

Es evidente que son sustanciales los recursos requeridos para implementar una plataforma con órdenes perfectas. Las tasas de abastecimiento muy altas requieren altos niveles de inventario para cumplir todos los requerimientos y las variaciones de pedidos posibles. Sin embargo, tal servicio completo no puede lograrse totalmente con base en el inventario. Un modo de elevar el desempeño logístico a casi cero defectos es utilizar una combinación de alianzas con el cliente, tecnología de la información, estrategias de aplazamiento, estrategias de conservación de existencias, transporte de primera calidad y programas selectos para hacer coincidir los re-

⁶ Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1999.

⁷ Robert A. Novack y Douglas J. Thomas, "The Challenges of Implementing the Perfect Order Concept", *Transportation Journal* 43, núm. 1, invierno de 2004, pp. 5-16.

cursos logísticos con los requerimientos fundamentales del cliente. Cada uno de estos temas se somete a un análisis detallado en los capítulos siguientes. En este momento, basta decir que las empresas que ofrecen al cliente un servicio logístico superior están muy conscientes del desafío relacionado con lograr cero defectos. Con una baja tolerancia a los errores y un compromiso para resolver las discrepancias que ocurren, tales empresas pueden lograr una ventaja estratégica sobre sus competidores.

Plataformas de servicio básico

Para implementar una plataforma de servicio básico es necesario especificar el nivel de compromiso para todos los clientes en términos de disponibilidad, desempeño operativo y confiabilidad. No es fácil contestar a la pregunta fundamental “¿Cuánto servicio básico debe proporcionar el sistema?”. El hecho es que muchas empresas establecen sus plataformas de servicio básico con base en dos factores. El primero es una práctica aceptable entre los competidores o en la industria. En casi todas las industrias han surgido niveles de desempeño de servicio mínimo y promedio. Estos niveles aceptables suelen ser bien conocidos por los proveedores y los clientes en toda la industria. Es frecuente escuchar a los ejecutivos de la logística y de la cadena de suministro hablar de los compromisos del servicio al cliente en términos de funcionar tan bien como los competidores o de superar su desempeño. El segundo factor deriva de la estrategia general de mercadotecnia de la empresa. Si ésta pretende diferenciarse de sus competidores con base en la capacidad logística, se requieren altos niveles de servicio básico. Si la empresa se distingue por el precio, entonces es probable que se comprometa con niveles más bajos de servicio logístico debido a los recursos requeridos y los costos relacionados con el compromiso de alto nivel.

El hecho es que incluso las empresas con un alto nivel de compromiso básico de servicio al cliente no suelen adoptar un enfoque total de cero defectos para todos los clientes. El compromiso de servicio común es establecer estándares de desempeño internos para cada componente del servicio. Estos estándares suelen reflejar la práctica que prevalece en la industria en combinación con un análisis cuidadoso de los costos y el compromiso de los recursos.

Es posible establecer estándares de servicio comunes, como una tasa de abastecimiento de 97% o una entrega en tres días, y después vigilar el desempeño en relación con estos estándares internos. Aunque se suele aceptar que este enfoque estratégico produce una atención a los clientes igual o mejor que la de los competidores, no confirma que los clientes estén satisfechos con el desempeño general de la industria, ni siquiera con el desempeño de una organización que funciona por arriba de los estándares de la industria. De hecho, sólo hay un modo de confirmar que los clientes están satisfechos: preguntándoles.

Satisfacción del cliente

Desde hace mucho tiempo, la satisfacción del cliente ha sido un concepto fundamental en la mercadotecnia y la estrategia empresarial. Sin embargo, al desarrollar un programa de satisfacción del cliente, la primera pregunta que debe responderse es: “¿Qué significa afirmar que un cliente está satisfecho?” El método más sencillo y más aceptado de definir la satisfacción del cliente se conoce como **confirmación de la expectativa**. En otras palabras, si se cumplen o se superan las expectativas del cliente acerca del desempeño del proveedor, el cliente estará satisfecho. Por el contrario, si el desempeño percibido por el cliente es menor que el esperado, estará insatisfecho. Varias compañías han adoptado este sistema para la satisfacción del cliente y tienen el compromiso de cumplir o superar las expectativas de éste. De hecho, muchas organizaciones han ido más allá, al hablar en términos de consentir a sus clientes mediante un desempeño que supere sus expectativas.

Aunque este sistema para la satisfacción del cliente es relativamente directo, no lo son las implicaciones para desarrollar una plataforma de servicio al cliente en la logística. Para desarrollar esta plataforma es necesario explorar con más detalle la naturaleza de las expectativas del cliente. ¿Qué esperan los clientes? ¿Cómo moldean los clientes estas expectativas? ¿Cuál es la relación entre la satisfacción del cliente y las percepciones que éste tiene con respecto a la calidad general

del servicio logístico? ¿Por qué algunas compañías no consiguen satisfacer a los clientes, y por qué se percibe que muchas organizaciones ofrecen una calidad logística deficiente? Si una empresa satisface a sus clientes, ¿es eso suficiente? Las secciones siguientes proporcionan algunas consideraciones acerca de estas preguntas fundamentales.

Expectativas del cliente

Es evidente que cuando los clientes hacen negocios con un proveedor tienen numerosas expectativas, muchas de las cuales se mueven alrededor de la plataforma de servicio logístico básico que el proveedor ofrece; es decir, tienen expectativas respecto a la disponibilidad, el desempeño operativo y la confiabilidad del servicio. A menudo, aplican programas para vigilar el desempeño del proveedor en relación con cada una de estas dimensiones del desempeño logístico. En un estudio pionero, Parasuraman, Zeithaml y Berry identificaron 10 expectativas del cliente que forman un sistema útil para evaluar el impacto logístico.⁸ La tabla 3.1 emplea ese sistema para conceptualizar expectativas específicas basadas en la logística.

En un contexto logístico y de cadena de suministro, la noción de las expectativas del cliente es particularmente compleja porque los clientes suelen ser organizaciones empresariales formadas por numerosas funciones e individuos. Diferentes personas en una organización a clientes pueden priorizar los criterios de desempeño de manera diferente o pueden tener distintos niveles de expectativas para los criterios. Por ejemplo, algunas personas pueden interesarse en la capacidad de respuesta y el manejo rápido de una consulta relacionada con el estatus de un pedido, mientras que a otras les interesa más que los pedidos vengan completos o que cumplan los requerimientos de entrega. Para cumplir las expectativas del cliente es necesario comprender cómo se generan estas expectativas y las razones por las que muchas compañías no cumplen tales expectativas.

Un modelo de satisfacción del cliente

La figura 3.1 presenta un sistema para comprender el proceso mediante el cual los clientes desarrollan sus expectativas de desempeño del proveedor. También sugiere que a menudo se presentan varios vacíos en el pedido que un proveedor debe llenar para desarrollar la satisfacción del cliente.

Existen varios factores que afectan las expectativas del cliente, tanto en términos de determinar la prioridad de los criterios mencionados, como en el nivel de expectativa relacionado con cada criterio. El primero de estos factores son sencillamente las necesidades o los requerimientos de los clientes. En el centro de sus propias estrategias empresariales, los clientes tienen requerimientos que dependen del desempeño de sus proveedores. En gran medida, esperan que los proveedores puedan cubrir estas necesidades y lo hagan. Sin embargo, es curioso que las expectativas de los clientes a menudo no sean iguales que sus requerimientos o necesidades reales. El desempeño previo del proveedor es un factor importante que afecta las expectativas del cliente. Es probable que se espere que un proveedor que entrega a tiempo con regularidad haga lo mismo en el futuro. Asimismo, se espera un deficiente desempeño futuro de un proveedor con un registro de desempeño deficiente. Es importante observar que el desempeño experimentado con un proveedor anterior también afecta las expectativas del cliente en relación con los demás proveedores. Por ejemplo, cuando Federal Express demostró la capacidad para entregar paquetes pequeños al día siguiente, muchos clientes comenzaron a esperar un desempeño similar de otros proveedores.

La percepción que tenga el cliente del desempeño anterior se basa en la comunicación verbal. En otras palabras, los clientes se suelen comunicar entre sí sus experiencias acerca de proveedores específicos. En las reuniones de las asociaciones comerciales y profesionales, los proveedores son un tema de análisis común entre los ejecutivos. Gran parte de la discusión se centra en este tema. Esta práctica ayuda a moldear las expectativas individuales del cliente. Tal vez el factor

⁸A. Parasuraman, Valerie Zeithaml y Leonard L. Berry, "A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research", Informe núm. 84-106, Cambridge, MA: Marketing Science Institute, 1984.

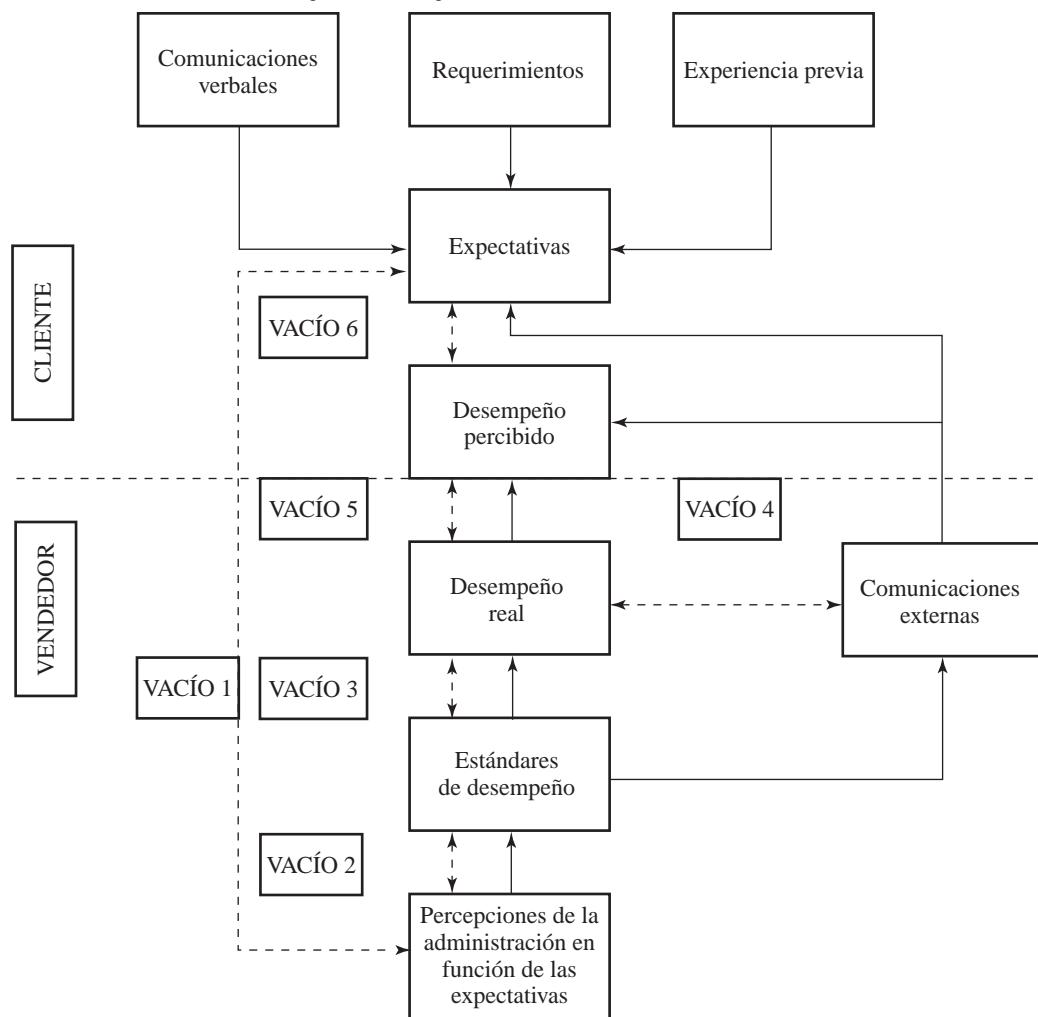
TABLA 3.1
Las expectativas del cliente relacionadas con el desempeño logístico

<p>Confiabilidad: Es uno de los aspectos de la plataforma de servicio básico de la empresa. Sin embargo, en este contexto la confiabilidad se refiere al desempeño de todas las actividades prometidas por el proveedor. Si el proveedor promete una entrega al día siguiente y tarda dos días, se le considera poco confiable. Si el proveedor acepta un pedido de 100 cajas de un producto, implícitamente promete que se entregarán 100 cajas. El cliente espera y sólo queda satisfecho con el proveedor si recibe las 100 cajas. Los clientes buscan la confiabilidad en términos de todos los aspectos de la plataforma de servicio básico. Por lo tanto, los clientes tienen expectativas acerca del daño, precisión en la documentación y en otras perspectivas.</p> <p>Capacidad de respuesta: Se refiere a las expectativas del cliente acerca de la disposición y la capacidad del personal del proveedor para ofrecer un servicio rápido. Esto se extiende más allá de la simple entrega e incluye aspectos relacionados con el manejo rápido de las consultas y la solución de problemas. La capacidad de respuesta es un concepto orientado al tiempo y los clientes tienen expectativas acerca de que el proveedor maneje de manera oportuna todas las interacciones.</p> <p>Acceso: Se relaciona con las expectativas del cliente para comunicarse con facilidad con el proveedor. Por ejemplo, ¿es fácil hacer pedidos, obtener información del inventario o del estatus de un pedido?</p> <p>Comunicación: Significa mantener informados a los clientes de manera proactiva. En vez de esperar consultas del cliente relacionadas con el estatus de un pedido, los clientes esperan que los proveedores les notifiquen el estatus, sobre todo si surgen problemas con la entrega o la disponibilidad. A los clientes no les agrada las sorpresas y es esencial informarles con anticipación.</p> <p>Credibilidad: Se refiere a las expectativas del cliente de que las comunicaciones del proveedor sean creíbles y sinceras. Si bien no es común que los proveedores engañen intencionalmente a los clientes, la credibilidad también incluye la noción de integridad en las comunicaciones requeridas.</p> <p>Seguridad: Aborda las sensaciones de riesgo o duda de los clientes para hacer negocios con un proveedor. Los clientes hacen planes en los que prevén el desempeño de un proveedor. Por ejemplo, corren riesgos cuando programan la producción y preparan las máquinas y la línea antes de una entrega. Si los pedidos son tardíos o incompletos, deben modificar sus planes. Otro aspecto de la seguridad tiene que ver con que el cliente espera que sus acuerdos con un proveedor sean confidenciales. Esto es particularmente importante en las disposiciones de una cadena de suministro cuando un cliente tiene un acuerdo operativo único con un proveedor que también atiende a sus competidores.</p> <p>Cortesía: Implica la amabilidad, la urbanidad y el respeto del personal de atención. Éste puede ser un problema muy molesto si se considera que los clientes pueden tener contacto con numerosas personas en la organización, desde representantes de ventas hasta personal de servicio al cliente y conductores de vehículos. La actitud de una sola persona puede destruir los mejores esfuerzos de los demás.</p> <p>Capacidad: Es juzgada por los clientes en cada interacción con un proveedor y, al igual que la cortesía, puede crear un problema porque se percibe en cada interacción. En otras palabras, los clientes juzgan la capacidad de los conductores cuando hacen las entregas, del personal de almacén cuando revisa los pedidos, del personal de servicio al cliente cuando se comunica, etc. Si una persona no parece capaz afecta la percepción del cliente acerca de toda la organización.</p> <p>Aspectos tangibles: Los clientes tienen expectativas relacionadas con el aspecto físico de la planta, el equipo y el personal. Por ejemplo, considere un camión para entrega antiguo, dañado o en condiciones deficientes. Tales características tangibles son elementos adicionales que los clientes emplean como indicadores del desempeño general de una empresa.</p> <p>Conocimiento del cliente: Aunque los proveedores pueden pensar en términos de grupos de clientes y de segmentos del mercado, los clientes se perciben a sí mismos como únicos. Esperan que el proveedor comprenda su singularidad y que esté dispuesto a aceptar sus requerimientos específicos.</p>

más importante que afecta las expectativas del cliente sean las comunicaciones provenientes del proveedor mismo. Las promesas y los compromisos realizados por el personal de ventas o los representantes de servicio, las afirmaciones incluidas en los mensajes de mercadotecnia y promocionales, e incluso las políticas y procedimientos impresos de una organización representan comunicaciones en las que confían los clientes. Estos medios se vuelven una base fundamental sobre la que desarrollan sus expectativas. La promesa de cumplir una entrega o de tener disponible todo el producto se vuelve una expectativa en la mente del cliente. En realidad, muchos proveedores son culpables de exponerse a las fallas al exagerar los compromisos, lo que hace que se disparen las expectativas del cliente. La figura 3.1 también proporciona un sistema para comprender lo que debe hacer una organización para obtener satisfacción del cliente. El fracaso de muchas empresas

FIGURA 3.1 El modelo de la satisfacción y la calidad

Fuente: Adaptado de A. Parasuraman, Valerie Zeithaml y Leonard L. Berry, "A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research", Informe núm. 84-106, Cambridge, MA: Marketing Science Institute, 1984.



para satisfacer a sus clientes se puede detectar con la existencia de uno o más de los vacíos identificados en el sistema.

Vacío 1: Conocimiento

El vacío inicial y fundamental que puede existir es entre las expectativas reales de los clientes y la percepción de los administradores de estas expectativas. Este vacío refleja la falta de conocimiento o de comprensión de la administración acerca de los clientes. Si bien puede haber muchas razones para esta falta de comprensión, es evidente que no se puede establecer una plataforma benéfica de satisfacción al cliente sin comprender al detalle las expectativas de éste, sus prioridades y el modo en que las genera. Ya que las ventas suelen tener la mayor responsabilidad de las interacciones con los clientes, el conocimiento relacionado con las expectativas logísticas suelen ser difícil de obtener.

Vacío 2: Estándares

Incluso si existe una comprensión detallada de las expectativas del cliente, es necesario establecer estándares de desempeño para la organización. Existe un vacío de estándares cuando los están-

res del desempeño interno no reflejan de manera adecuada o precisa las expectativas del cliente. Esto es exactamente lo que ocurre en muchas organizaciones que desarrollan su plataforma de servicio básico luego de examinar la capacidad operativa interna o de examinar superficialmente un desempeño del servicio competitivo.

Vacío 3: Desempeño

El vacío en el desempeño es la diferencia entre el desempeño estándar y el real. Si el estándar es una tasa de abastecimiento de 98%, basada en investigar las expectativas de los clientes, y el desempeño de la empresa es de 97%, existe un vacío en este punto. Debe señalarse que muchas empresas concentran sus esfuerzos para mejorar la satisfacción al eliminar el vacío del desempeño. Sin embargo, por principio de cuentas puede ser que la insatisfacción exista como resultado de una comprensión deficiente de las expectativas del cliente.

Vacío 4: Comunicaciones

El papel de las comunicaciones en la satisfacción al cliente no debe ser sobreestimado. Como ya se analizó, un compromiso excesivo, o prometer niveles de desempeño más altos de los reales, es una causa importante de insatisfacción del cliente. No debe existir un vacío entre lo que una empresa puede hacer y la capacidad ofrecida a los clientes.

Vacío 5: Percepción

Es cierto que a veces los clientes perciben un desempeño más alto o más bajo que el real. En la logística, muchos administradores suelen lamentarse: "Sólo somos tan buenos como el pedido más reciente." Por lo tanto, aunque el desempeño durante un periodo largo haya sido muy bueno, una entrega tardía, incompleta o de menor nivel puede hacer que el cliente exprese una insatisfacción extrema.

Vacío 6: Satisfacción/Calidad

La existencia de uno o más de los vacíos mencionados hace que el cliente perciba que el desempeño no es tan bueno como el que espera. En otras palabras, estos vacíos provocan insatisfacción en los clientes. Al desarrollar una plataforma para proporcionar satisfacción al cliente, una empresa debe asegurarse de que no existan estos vacíos.

Aumento de las expectativas del cliente

Como un componente importante de la administración de la calidad total (TQM), la noción del mejoramiento continuo ha sido aceptada por casi todas las organizaciones. Como un corolario del mejoramiento continuo, ha surgido un aumento continuo de las expectativas del cliente en relación con la capacidad de los proveedores. Un desempeño que cumple las expectativas del cliente durante un año puede generar una extrema insatisfacción al año siguiente, porque los clientes aumentan sus expectativas acerca de los niveles de desempeño aceptables.

En la misma medida, el aumento en las expectativas es determinado por la dinámica de la competencia. Como ya se analizó, tradicionalmente casi todas las industrias han tenido niveles explícitos o implícitos de desempeño, los cuales se consideraban adecuados. Si una empresa quería ser un competidor serio, tenía que alcanzar estas expectativas mínimas de servicio en la industria. Sin embargo, cuando una empresa en la industria se concentra en la logística como una capacidad fundamental y proporciona niveles de desempeño más elevados, los clientes llegan a esperar que los demás proveedores los sigan. Por ejemplo, considere que después que Federal Express introdujo el seguimiento en tiempo real del estado de un embarque, UPS y otras empresas de entrega de paquetes muy pronto la imitaron.

¿Lograr un desempeño perfecto en los pedidos asegura que el cliente está satisfecho? Superficialmente puede parecer así. Después de todo, si la totalidad de los pedidos se entrega sin defectos, ¿qué base tienen los clientes para estar insatisfechos? Una parte de la respuesta a esta pregunta estriba en el hecho de que los pedidos perfectos, con todo lo importantes que son, se relacionan con ejecutar transacciones y entregas individuales. La satisfacción del cliente es un concepto mucho más amplio relacionado con muchos otros aspectos de la relación general entre proveedores y clientes. Por ejemplo, un cliente puede recibir pedidos perfectos ininterrumpidamente, pero estar

insatisfecho con aspectos de la relación, como la dificultad para obtener información, retrasos en la respuesta a las consultas o incluso la percepción de que el personal del proveedor no trata al cliente con la cortesía y el respeto adecuados. Por lo tanto, la satisfacción trasciende al desempeño operativo e incluye aspectos de las relaciones personales e interpersonales.

Limitaciones de la satisfacción del cliente

Debido a su atención explícita en los clientes, un compromiso de satisfacción representa un paso más allá de una plataforma de servicio básico en los esfuerzos de una organización para atender a sus clientes. Es realista pensar que una empresa que satisface las expectativas del cliente mejor que los competidores obtendrá cierta ventaja competitiva en el mercado. Sin embargo, es importante entender algunas de las desventajas y limitaciones del énfasis en la satisfacción del cliente.

La primera limitación es que muchos ejecutivos cometen un error fundamental, aunque comprensible, en su interpretación de la satisfacción. En muchas organizaciones suponen que los clientes satisfechos también están felices con el desempeño de un proveedor. Ésa puede ser o no una situación real. Es necesario recordar que la satisfacción es la percepción del cliente respecto al desempeño real de la empresa en relación con sus expectativas, no con sus requerimientos. Examinar la figura 3.2 puede ayudar a explicar esta diferencia entre la satisfacción y la felicidad. El hecho es que los clientes pueden tener la expectativa de que una empresa no cumple un desempeño de alto nivel. Si el cliente tiene una expectativa baja del desempeño de una empresa y en los hechos percibe que ésta se desempeña en este nivel bajo, es evidente que coinciden el desempeño y las expectativas. Por definición, el cliente está satisfecho. Se aplica lo mismo a las expectativas y a las percepciones de nivel medio, al igual que a los niveles altos de cada una.

La noción de que los niveles de desempeño bajos se pueden considerar satisfactorios se explica mejor mediante un ejemplo. Suponga que un cliente espera que un proveedor proporcione, durante un tiempo, una tasa de abastecimiento de 95%, entregas tardías 10% de las veces, o daños 2% de las veces. Si, de hecho, el proveedor ofrece este nivel de desempeño, tal como lo percibe el cliente, éste está satisfecho. Lo que provoca la insatisfacción es cuando se percibe un desempeño más bajo que las expectativas. ¿El cliente satisfecho está necesariamente feliz acerca de la tasa de abastecimiento o las entregas tardías del proveedor? Por supuesto que no. Aunque se cumplan las expectativas, y aunque se cumplan igual o mejor que con los competidores, eso no asegura que el cliente esté feliz. Incluso es posible que un desempeño mejor que el esperado, aunque satisfaga a los clientes, no provoque su felicidad. La atención en las expectativas del cliente ignora el hecho de que las expectativas no son iguales que las necesidades o los requerimientos.

La segunda limitación por considerar se relaciona con la primera: los clientes satisfechos no necesariamente son clientes leales. Aun cuando se cumplan sus expectativas, los clientes satisfechos pueden decidir hacer negocios con los competidores. Esto puede ocurrir porque esperan que un competidor se desempeñe a un nivel más alto o cuando menos tan bueno como el de la organización en cuestión. Durante muchos años, los ejecutivos de mercadotecnia y de la cadena de suministro han supuesto que muchos clientes satisfechos también son leales. Sin embargo, la investigación ha comprobado a menudo que es probable que muchos clientes que informan estar

FIGURA 3.2

La satisfacción no es igual que la felicidad

		Expectativa		
		BAJA	MEDIA	ALTA
Desempeño	ALTO	Muy satisfecho	Muy satisfecho	Satisfecho
	MEDIO	Muy satisfecho	Satisfecho	Insatisfecho
	BAJO	Satisfecho	Insatisfecho	Insatisfecho

satisfechos porque se han cumplido sus expectativas frecuentes a los competidores y hagan negocios con ellos.⁹ Una tercera limitación para la satisfacción del cliente es que las empresas suelen olvidar que la satisfacción estriba en las expectativas y las percepciones de los clientes individuales. Por lo tanto, existe la tendencia de agrupar las expectativas de todos los clientes y descuidar los principios básicos de la estrategia de mercadotecnia relacionados con las diferencias entre los segmentos de clientes y entre los clientes individuales. En otras palabras, lo que satisface a un cliente puede no satisfacer a otro, mucho menos a todos.

A pesar de estas limitaciones, la satisfacción del cliente no representa un compromiso más allá del servicio básico de atención al cliente. Proporciona el reconocimiento explícito de que la única manera para asegurar de que los clientes sean atendidos, es concentrarse en los clientes mismos. Es mucho menos probable que las empresas que se concentran principalmente en la industria y los estándares de desempeño del servicio básico de los competidores encuentren que sus clientes están muy satisfechos con su desempeño.

Éxito del cliente

En años recientes, algunas empresas han descubierto que existe otro compromiso que se puede hacer para obtener una ventaja competitiva real a través del desempeño logístico. Este compromiso se basa en reconocer que la capacidad de una empresa para crecer y aumentar su participación en el mercado depende de su capacidad para atraer y conservar a los clientes más exitosos de la industria. Entonces, la clave real para la mercadotecnia concentrada en el cliente estriba en que la organización utilice su capacidad de desempeño para aumentar el éxito de estos clientes. Esta atención en el éxito del cliente representa un compromiso importante hacia la atención de éste. La tabla 3.2 resume la evolución que han experimentado las organizaciones que se concentran en el cliente. Observe que el servicio al cliente se concentra en establecer estándares internos para el desempeño del servicio básico. Las empresas suelen valorar el desempeño en el servicio al cliente en relación con qué tan bien se alcanzan estos estándares internos. La plataforma de satisfacción del cliente se basa en el reconocimiento de que los clientes tienen expectativas relacionadas con el desempeño y el único modo de asegurar que esos clientes estén satisfechos es valorar sus percepciones del desempeño en relación con tales expectativas.

El éxito del cliente cambia la atención de las expectativas a los requerimientos reales del cliente. Recuerde del análisis anterior que los requerimientos del cliente, aunque son la base para las expectativas, no son iguales que las expectativas. Los requerimientos suelen ubicarse más abajo que las expectativas debido a las percepciones del desempeño anterior, la comunicación verbal o las comunicaciones de la empresa misma. Esto explica por qué simplemente cumplir las expectativas tal vez no produzca clientes felices. Por ejemplo, un cliente puede estar satisfecho con una tasa de abastecimiento de 98%, pero para que el cliente tenga éxito al ejecutar su propia estrategia, puede ser necesaria una tasa de abastecimiento de 100% en algunos productos o componentes.

Logro del éxito del cliente

Es evidente que un programa de éxito del cliente implica una comprensión detallada de los requerimientos individuales que éste tiene y un compromiso para atender las relaciones empresariales a largo plazo con mayor potencial de crecimiento y rentabilidad. Lo más probable es que

⁹ Michael J. Ryan, Robert Raynor y Andy Morgan, "Diagnosing Customer Loyalty Drivers", *Marketing Research* 11, núm. 2, verano de 1999, pp. 18-26.

TABLA 3.2
La evolución del pensamiento administrativo

Filosofía	Objetivo
Servicio al cliente	Cumplir los estándares internos
Satisfacción del cliente	Cumplir las expectativas
Éxito del cliente	Cumplir los requerimientos del cliente

tal compromiso no pueda hacerse con todos los clientes potenciales. Requiere que las empresas trabajen intensamente con los clientes para comprender los requerimientos, los procesos internos, el ambiente competitivo y lo que sea necesario para que el cliente tenga éxito en su propia área de competencia. Además, requiere que una organización desarrolle una comprensión de cómo puede utilizar sus propias capacidades para mejorar el desempeño del cliente. Por ejemplo, un fabricante importante de componentes electrónicos adoptó como su lema logístico la frase “Estamos orgullosos de ayudar a nuestros clientes para que obtengan más ganancias”.

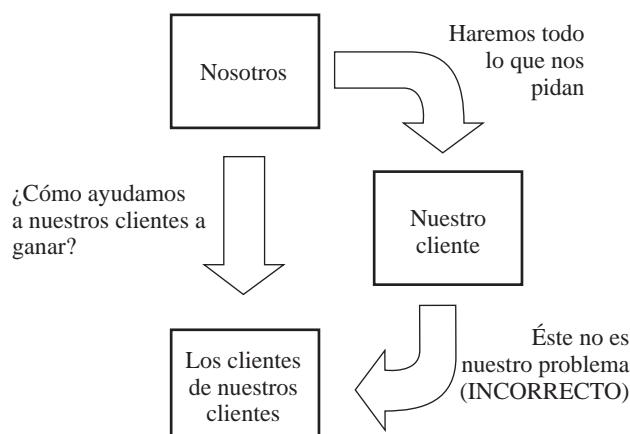
En muchas maneras, un programa de éxito del cliente requiere una perspectiva pormenorizada de la cadena de suministro por parte de los ejecutivos logísticos. Esto se explica mejor al examinar las relaciones presentadas en la figura 3.3. La atención normal en los programas de servicio básico y satisfacción es que la empresa intente cumplir los estándares y las expectativas de los clientes siguientes, ya sean consumidores, usuarios finales e industriales, clientes intermedios o hasta internos. El modo en que esos clientes tratan a sus propios clientes no suele considerarse un problema. Una perspectiva de cadena de suministro y un programa de éxito del cliente reconocen explícitamente que los ejecutivos de la logística deben alterar esta noción. Deben comprender toda la cadena de suministro, los diferentes niveles de clientes dentro de esa cadena, y desarrollar programas que aseguren que los clientes siguientes tengan éxito en el cumplimiento de los requerimientos del cliente siguiente en la cadena de suministro. Si todos los integrantes adoptan esta perspectiva, entonces todos comparten el éxito.

Asegurar que un cliente tenga éxito puede requerir que una empresa reinvente el modo de fabricar un producto, distribuirlo u ofrecerlo para venta. De hecho, la colaboración entre los proveedores y los clientes para encontrar posibles caminos para el éxito puede generar los mayores avances en términos de redefinición de los procesos de la cadena de suministro. El tema general de las relaciones y las alianzas en colaboración se desarrolla en el capítulo 15. Basta decir aquí que tales disposiciones no son posibles sin cantidades significativas de intercambio de información entre las empresas participantes para facilitar una comprensión profunda de los requerimientos y las capacidades. Sin embargo, un modo importante en que muchas empresas han respondido a los retos del éxito del cliente es a través del desarrollo de los servicios de valor agregado.

Servicios de valor agregado

La noción de un servicio de valor agregado es un descubrimiento significativo en la evolución hacia el éxito del cliente. Por definición, los servicios de valor agregado se refieren a las actividades únicas o específicas que las empresas pueden desarrollar juntas para mejorar su eficiencia, su eficacia y su relevancia. Estos servicios ayudan a fortalecer el éxito del cliente y como tienden a ser específicos es difícil generalizar todos los servicios de valor agregado posibles.

FIGURA 3.3
El avance hacia el éxito del cliente



Cuando una empresa se compromete con soluciones de valor agregado para los clientes principales, rápidamente participa en una logística personalizada o adaptada. Hacer cosas singulares es lo que permite a clientes específicos lograr sus objetivos. La capacidad de IBM para producir y entregar computadoras personales y redes personalizadas a los clientes individuales es un ejemplo de agregar valor a un producto bastante estándar. En un contexto logístico, las empresas pueden proporcionar paquetes de productos únicos, crear unidades de carga personalizadas, poner etiquetas de precios a los productos, ofrecer servicios particulares de información, proporcionar un servicio del inventario administrado por el vendedor, preparar envíos especiales y demás para impulsar el éxito del cliente.

En realidad, algunos de los servicios de valor agregado que acuerdan los compradores y los vendedores incluyen a los proveedores de servicios integrados posicionados para ofrecer tales servicios. Los transportistas, las empresas con almacenes y otros especialistas, participan íntimamente en la cadena de suministro para hacer realidad las actividades que agregan un valor. En este punto, bastan algunos ejemplos precisos del modo en que funcionan dentro de una cadena de suministro específica para proporcionar servicios de valor agregado. Los almacenes, ya sean privados o para terceros, se utilizan para realizar varias actividades de personalización. Por ejemplo, un cliente minorista puede requerir una alternativa única de preparación de tarimas para apoyar sus actividades de recepción-entrega inmediata y cumplir los requerimientos únicos de productos de sus tiendas individuales. Cada tienda requiere cantidades diferentes de productos específicos para mantener su desempeño de existencia con un compromiso mínimo del inventario. En otra situación, los equipos de primeros auxilios formados por muchos artículos diferentes en realidad se ensamblan en el almacén mientras se reciben los pedidos para cumplir la configuración única de un equipo elegido por los clientes específicos. También es común que los almacenes proporcionen servicios de reempacado para los fabricantes con el fin de atender las configuraciones únicas de productos requeridas por los diferentes clientes.

Otra forma de servicio de valor agregado implica clasificar y poner los productos en la secuencia adecuada para cumplir requerimientos específicos del cliente. Por ejemplo, una planta de ensamblado de automóviles puede requerir que los componentes no sólo se reciban a tiempo, sino que también se clasifiquen y entreguen en una secuencia específica para cumplir las necesidades de determinados automóviles en la línea de ensamblado. El objetivo es reducir el manejo y la inspección de los componentes. Cumplir tales requerimientos exactos de entrega está mucho más allá de la capacidad de servicio básico de muchos proveedores de componentes. Se requiere la participación de especialistas para terceros, sobre todo cuando hay que integrar componentes secundarios de diferentes proveedores y después ponerlos en la secuencia adecuada.

Los participantes en una relación empresarial efectúan directamente los servicios de valor agregado o pueden incluir a especialistas. En años recientes se ha vuelto más común recurrir a especialistas debido a su flexibilidad y capacidad para concentrar los servicios requeridos. No obstante, sin tomar en cuenta cómo se organizan e implementan los elementos específicos, es evidente que los servicios logísticos de valor agregado son un aspecto fundamental de los programas de éxito del cliente.

Predicción

La atención de los requerimientos del cliente en casi todas las disposiciones de cadena de suministro inevitablemente requiere una predicción que impulse el proceso. La predicción es una definición específica de lo que se proyecta vender, cuándo y dónde; define los requerimientos para los cuales la cadena de suministro debe programar el inventario y los recursos para satisfacerlo. Debido a que aún existen muchas actividades propias de la logística y de la cadena de suministro que deben terminarse antes de una venta, la predicción sigue siendo una capacidad fundamental para la atención al cliente.

La tabla 3.3 ilustra cómo el tiempo de respuesta para el reabastecimiento y la economía de escala afectan la necesidad de una predicción. Una predicción adecuada debe ser un elemento importante en situaciones donde hay tiempos prolongados de desarrollo del reabastecimiento y economía de escala alta. Por otra parte, las predicciones precisas no son esenciales cuando hay

TABLA 3.3

Cómo las características de un producto afectan la necesidad de una predicción

Fuente: Reimpreso con autorización de David J. Closs, *Forecasting and Its Use in Logistics*, Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL.

	Economía de escala baja	Economía de escala alta
Se experimenta un tiempo de respuesta largo en el reabasto del producto	No es esencial una predicción precisa detallada, porque la empresa tiene más flexibilidad de producción. Por ejemplo, la personalización del producto final puede aplazarse para que sólo sea necesario predecir las unidades básicas (<i>v.g.</i> , en un nivel más alto del agrupamiento) y la personalización final ocurría más cerca del momento de la demanda.	En este caso es fundamental una predicción precisa porque es necesario predecir un periodo extenso en el futuro para permitir economías en la producción o en el transporte.
Se experimenta un tiempo de respuesta corto en el reabasto del producto	Cuando es posible obtener un producto rápidamente, y existen economías de escala limitadas, la atención debe cambiar de la predicción al diseño de un proceso reactivo y flexible.	La atención se centra en desarrollar una producción precisa a corto plazo con una intensa consideración de las tácticas de mercadotecnia y competitivas y una consideración menos enfática del historial.

tiempos de preparación más breves o economías de escala más baja. Las implicaciones de la tabla 3.3 se pueden aplicar de dos maneras distintas. Primero, es posible aceptar que las características del producto requieren un tiempo de desarrollo prolongado y una economía de escala alta, y decidir poner énfasis en la predicción. O bien, se puede evaluar la posibilidad de desarrollar predicciones precisas, con un ciclo de vida corto y un número alto de variaciones, y decidir poner atención principal para este artículo en un tiempo de desarrollo reducido. Estas situaciones ilustran que, aunque suele ser deseable tener mejores predicciones, existen otras maneras de lograr los objetivos de mejorar el servicio o reducir el inventario. Una es predecir en un nivel de agrupamiento más alto. La segunda es desarrollar un proceso flexible de cadena de suministro que produzca sobre pedido, lo cual reduce todavía más el inventario. Aunque las empresas emplean estos métodos para no depender tanto de la predicción, todavía existen muchas situaciones en donde la predicción es necesaria para lograr los objetivos de servicio o para aprovechar las economías de escala.

Con las consideraciones anteriores en mente, esta sección se centra en las necesidades, los métodos, las técnicas, las aplicaciones y las medidas de la predicción. Se aportan antecedentes para comprender las aplicaciones logísticas de predicción, los componentes de la predicción, el proceso predictivo, las técnicas de predicción, las aplicaciones de software, los errores y la predicción en colaboración.

Requerimientos de una predicción

Una logística eficaz requiere hacer coincidir los requerimientos de los clientes de un producto con las capacidades de la empresa y la cadena de suministro. Aunque aumentan las demandas del cliente en términos de nivel de servicio y las variaciones del producto, la atención en reducir el activo de la cadena de suministro requiere, al mismo tiempo, predicciones más oportunas y exactas. Las predicciones logísticas son necesarias: 1) para apoyar la planeación en colaboración, 2) para impulsar la planeación de requerimientos, y 3) para una mejor administración de los recursos.

Planeación en colaboración

Sin una colaboración, cada participante intenta planear el nivel y la oportunidad de la demanda para sus clientes, tanto de manera individual como colectiva. El resultado es un inventario especulativo posicionado en previsión de una demanda predicha de manera independiente, lo cual produce un ciclo interminable de excesos de inventario y agotamiento de existencias. Históricamente, los fabricantes han programado sus promociones, cambios de precios, introducción de nuevos productos y eventos especiales, de manera independiente o sin colaborar con sus minoristas principales. Cuando ningún minorista representa una proporción sustancial del volumen de ventas de una empresa, tal colaboración no es importante. Sin embargo, cuando un solo cliente principal representa más del 20% de las ventas de una empresa, tal coordinación se vuelve esencial. Sin un plan de colaboración, la combinación proveedor-cliente suele generar

exceso o escasez del inventario. Una predicción en colaboración, acordada por los participantes de una cadena de suministro, proporciona una meta común que es la base para desarrollar planes operativos eficientes.

Planeación de requerimientos

Una vez desarrollada una predicción en colaboración, es necesario que los expertos en logística establezcan predicciones para dirigir la planeación de los requerimientos. El plan determina las proyecciones del inventario y los requerimientos resultantes de reabasto o producción para el horizonte de planeación. El proceso de planeación de los requerimientos, llamado **planeación de las ventas y operaciones** (sales and operations planning, S&OP) integra las predicciones, los pedidos abiertos, el inventario disponible y los planes de producción en una definición de la disponibilidad y los requerimientos periódicos del inventario.¹⁰ Lo ideal es que el proceso de planeación de los requerimientos funcione de manera coordinada e interactiva, en el interior, a través de las operaciones de la empresa y en el exterior, con los participantes de la cadena de proveedores para desarrollar un plan común y regular para cada periodo, lugar y artículo.

Administración de los recursos

Una vez terminado el plan, éste puede ser utilizado para administrar los procesos fundamentales de la cadena de suministro como la producción, el inventario y el transporte. Las predicciones precisas desarrolladas en colaboración por los integrantes de la cadena de suministro, junto con una definición coherente de los recursos y las restricciones, permiten una evaluación eficaz de los compromisos asociados con las decisiones de los integrantes de la cadena. Entre los compromisos se consideran: el costo relativo de las estrategias de la cadena de suministro, como mantener una producción o una capacidad de almacenamiento adicional, la producción especulativa, el desplazamiento de los productos o la subcontratación. La identificación y evaluación oportuna de estos compromisos permite hacer coincidir mejor los requerimientos y utilizar mejor los recursos.

Componentes de una predicción

La predicción suele ser una cifra mensual o semanal para cada unidad de existencia en inventario (stockkeeping unit, SKU) y lugar de distribución. Entre los componentes de una predicción están: 1) la demanda básica, 2) el factor de estacionalidad, 3) la tendencia, 4) el factor cíclico, 5) la promoción, y 6) la irregularidad. Suponiendo que la demanda básica es el nivel de ventas promedio, los otros componentes, excepto el factor de irregularidad, son múltiplos del nivel básico disponible para apoyar los ajustes positivos o negativos. El modelo de predicción resultante es:

$$F_t = (B_t \times S_t \times T \times C_t \times P_t) + I$$

donde

F_t = la cantidad de la predicción para el periodo t

B_t = la demanda de nivel básico para el periodo t

S_t = el factor de estacionalidad para el periodo t

T = el índice del componente de tendencia que refleja el aumento o la disminución por periodo

C_t = el factor cíclico para el periodo t

P_t = el factor promocional para el periodo t

I = la cantidad irregular o aleatoria.

¹⁰La planificación de las ventas y las operaciones se analiza con mayor detalle en el capítulo 11.

Si bien algunas predicciones pueden no incluir todos los componentes, es útil comprender el comportamiento de cada uno para determinar e incorporar de manera adecuada cada componente. Por ejemplo, algunas técnicas de predicción no abordan eficiencia en estacionalidad, mientras que otras sí lo hacen.

La **demandas básica** representa la demanda promedio a largo plazo después de eliminar los componentes restantes. Es el promedio durante un periodo prolongado y representa la predicción para los artículos que no tienen componentes de estacionalidad, tendencia, cíclicos o promocionales.

El componente **estacional** es un movimiento recurrente anual hacia arriba o hacia abajo en la demanda. Un ejemplo es la demanda anual de juguetes, la cual refleja una demanda baja durante tres cuartos del año y después una demanda más alta justo antes de Navidad. Debe señalarse que la estacionalidad mencionada se refiere a la estacionalidad de las compras al menudeo de los clientes. La estacionalidad al nivel de mayoreo precede a la demanda de los clientes en aproximadamente un trimestre del año.

El componente de **tendencia** es un cambio de largo alcance en las ventas periódicas. Ésta puede tener una dirección positiva, negativa o neutra. Una tendencia positiva significa que las ventas aumentan con el tiempo. Por ejemplo, fue positiva la tendencia de ventas de computadoras personales durante la década de 1990. Durante el ciclo de vida de un producto, la dirección de la tendencia puede cambiar varias veces. Por ejemplo, el consumo de cerveza cambió de neutro a una tendencia positiva durante la década anterior. Los aumentos o las disminuciones son el resultado de los cambios en los esquemas de población general o de consumo. Es importante saber cuál factor afecta principalmente las ventas para efectuar tales proyecciones. Por ejemplo, una reducción en la tasa de nacimientos implica que habrá una reducción en la demanda de pañales desechables. Sin embargo, una tendencia hacia la utilización de pañales desechables, en comparación con los de tela, puede provocar una mayor demanda de categorías específicas del producto, aunque se reduzca el tamaño general del mercado. Las consideraciones anteriores son ejemplos obvios de la tendencia de la predicción. Aunque es útil el impacto de la tendencia en las predicciones logísticas de corto alcance, todavía debe considerarse. A diferencia de los otros componentes de una predicción, el componente de tendencia afecta la demanda básica en períodos sucesivos. La relación específica es:

$$B_{t+1} = B_t \times T$$

donde

B_{t+1} = la demanda básica en el periodo $t + 1$

B_t = la demanda básica en el periodo t

T = el índice de la tendencia periódica.

El índice de la tendencia con un valor mayor que 1.0 indica que aumenta la demanda periódica, mientras que un valor menor que 1.0 indica una tendencia decreciente.

El componente **cíclico** se caracteriza por cambios periódicos en la demanda que duran más de un año. Estos ciclos pueden ser hacia arriba o hacia abajo. Un ejemplo es el ciclo empresarial en el cual la economía cambia de una recesión a ciclos de crecimiento en un periodo de tres a cinco años. La demanda de viviendas, al igual que la demanda resultante de aparatos para el hogar, suele estar relacionada con este ciclo empresarial.

El componente **promocional** caracteriza los cambios de la demanda iniciados por las actividades de mercadotecnia de una empresa, como publicidad, acuerdos o promociones. Estos cambios se caracterizan por aumentos en las ventas durante la promoción, seguidos por una reducción en las ventas cuando los clientes venden o emplean el inventario adquirido para aprovechar la promoción. Las promociones pueden ser acuerdos ofrecidos a los clientes o promociones comerciales ofrecidas sólo a mayoristas y minoristas. La promoción puede ser regular y, por lo tanto, ocurrir en el mismo periodo cada año. Desde una perspectiva predictiva, el componente de una promoción regular se parece al componente estacional. Un componente de promoción irregular no necesariamente ocurre durante el mismo periodo, de modo que debe analizarse y considerarse por

separado. El componente promocional es particularmente importante de seguir, sobre todo para las industrias con clientes finales, porque tiene una influencia importante sobre la variación en las ventas. En algunas industrias la actividad promocional explica 50-80% de las variaciones del volumen. Por lo tanto, la promoción provoca una demanda más pronunciada que la que se presentaría si no existiera. El componente promocional es diferente de los otros componentes de la predicción a los que, en gran medida, la empresa controla en tiempo y magnitud. Por lo tanto, es posible introducir información de los departamentos de ventas o de mercadotecnia de la empresa acerca de la oportunidad y el impacto probable de los planes promocionales programados. Los beneficios de coordinar las ofertas promocionales entre los participantes de los canales proporciona la razón fundamental para las prácticas de predicción en colaboración.

El componente **irregular** incluye las cantidades aleatorias o impredecibles que no caben en ninguna otra categoría. Debido a su naturaleza aleatoria, este componente es imposible de predecir. Al desarrollar un proceso de predicción, el objetivo es minimizar la magnitud del componente aleatorio por medio de dar seguimiento y predecir los otros componentes.

Proceso de predicción

La planeación y la coordinación logística requieren el mejor estimado posible de la demanda de unidades de mantenimiento de existencias/ubicación. Si bien la predicción está lejos de ser una ciencia exacta, el proceso de administración de la predicción debe incorporar información de varias fuentes, técnicas matemáticas y estadísticas adecuadas, capacidad para soporte de decisiones, y personas capacitadas y motivadas.

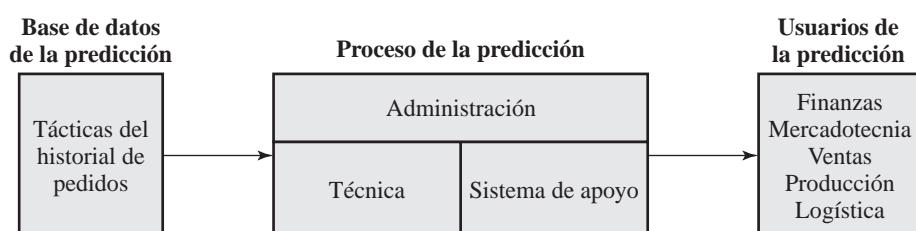
Suelen desarrollarse predicciones operativas de la cadena de suministro para períodos diarios, semanales o mensuales. Un proceso eficaz de administración de la predicción requiere varios componentes, los cuales se presentan en la figura 3.4. Lo fundamental del proceso es la base de datos de predicción, la cual incluye los pedidos abiertos, el historial de la demanda y las prácticas utilizadas para estimular la demanda, como las promociones, los acuerdos especiales o los cambios de productos. Lo ideal es que esta base de datos de predicción sea parte de un almacén de datos central del sistema de planeación de recursos de la empresa (resource planning system, ERP), aunque algunas empresas tienen bases de datos de predicción independientes. En esta base de datos se suele incluir otra información, como el estado de la economía y las acciones de los competidores. Para apoyar una predicción eficaz, la base de datos debe incluir información actualizada del historial y de la misma planeación para facilitar su manipulación, resumen, análisis y preparación de informes.

Por último, el desarrollo de una predicción eficaz requiere un proceso que integra tres componentes: la técnica de predicción, el sistema de apoyo de la predicción y la administración de la predicción. El recuadro derecho de la figura 3.4 muestra que sería ideal si una empresa pudiera utilizar una predicción común y regular para todas las funciones de planeación.

Técnica

El componente técnico es el cálculo matemático o estadístico utilizado para combinar los componentes y los elementos básico, estacional y cíclico del historial de promoción en una cantidad de la predicción. Entre las técnicas están el modelado de series de tiempo, en donde el historial de ventas es un factor principal, y el modelado de correlación, en el cual las principales directrices de la predicción son las relaciones con otras variables independientes. Se analizan técnicas

FIGURA 3.4
El proceso de administración de la predicción



específicas en la sección de la técnica de predicción de este capítulo. Si bien las técnicas conectan con facilidad los esquemas históricos en las predicciones futuras, no funcionan bien al incorporar la información de los eventos futuros previstos. Como resultado, cada vez es más evidente que la precisión requiere integrar las técnicas de predicción con sistemas adecuados de apoyo y de administración.

Sistema de apoyo

El sistema de apoyo de la predicción incluye la inteligencia de la cadena de suministro para recopilar y analizar datos, desarrollar la predicción y comunicar la predicción al personal relevante y los sistemas de planeación. Este componente permite considerar factores externos como el impacto de las promociones, las huelgas, los cambios de precios, los cambios en la línea de productos, la actividad de los competidores y las condiciones económicas. Por ejemplo, si una empresa piensa promover sus bebidas en paquetes de 12, es razonable suponer que disminuirán las ventas en los envases de 2 litros. El sistema debe diseñarse no sólo para permitir considerar estos factores, sino también para estimularlos. Otro ejemplo es el gerente de mercadotecnia que sabe que es probable que la promoción programada para el mes siguiente aumente las ventas en 15%. Sin embargo, si el sistema de apoyo de la predicción hace difícil ajustar las cifras de la predicción para el mes siguiente, pueden no ocurrir los ajustes de la predicción. Similarmente, cuando se anuncia un cambio en el tamaño de los paquetes, es probable que deba modificarse el historial de la predicción para que refleje el nuevo tamaño de modo que las predicciones futuras incorporen los tamaños y los volúmenes correctos. Si esto es difícil de lograr dentro de las restricciones del sistema, es probable que la persona que desarrolla la predicción no considere los ajustes. Por lo tanto, es muy importante que un proceso de predicción eficaz incluya un sistema de apoyo que facilite el mantenimiento, la actualización y la manipulación de la base de datos del historial y la predicción.

Administración

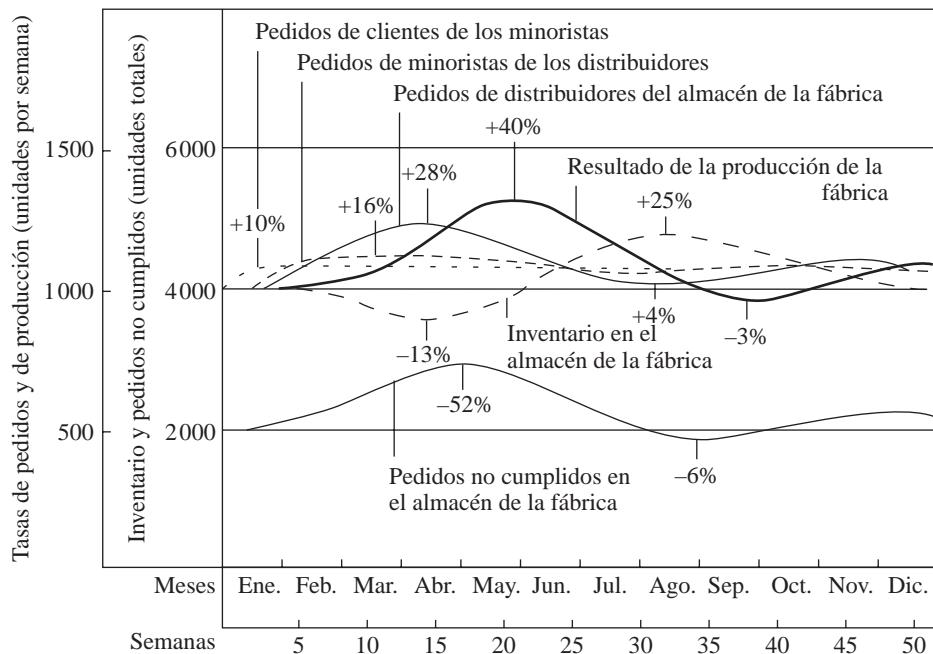
La administración de la predicción incluye los aspectos organizacional, de procedimientos, motivacional y de personal de la predicción, y su integración en las otras funciones de la empresa. El aspecto organizacional se relaciona con las funciones y las responsabilidades individuales. Es importante que se especifiquen a detalle estos impactos en la definición de la función de la administración de la predicción. Si se pretende una predicción integrada, es necesario definir de manera específica la responsabilidad de la predicción para cada organización y después reforzar su responsabilidad con medidas específicas. La administración eficaz de la predicción requiere que se documenten y midan los lineamientos de responsabilidad y de procedimientos de la organización. Una administración eficaz también requiere que los analistas de la predicción estén capacitados en el proceso y en la información de las predicciones acerca de las operaciones logísticas de la cadena de suministro.

La simulación dinámica ilustra el impacto de una inconsistencia de la predicción en todos los integrantes de la cadena de suministro. Desde el estímulo inicial hasta la retroalimentación, el costo de la comunicación directa de las ventas o predicciones es opacado por el costo de un mensaje defectuoso. Debido a que gran parte de la acción de la cadena de suministro se inicia con la previsión de transacciones futuras, las comunicaciones que contienen predicciones o proyecciones muy optimistas pueden estimular una fiebre de trabajo que termina por ser inútil. El análisis de las comunicaciones entre los integrantes del canal sugiere que la previsión tiende a amplificarse conforme avanza entre los participantes de la cadena de suministro, sobre todo cuando la información llega más allá del cliente final. Cada error en la interpretación de los requerimientos de transacciones crea una perturbación para el canal logístico total. En un trabajo clásico, Forrester simuló las interrelaciones en el canal para demostrar cómo el canal total puede entrar en un patrón correctivo oscilatorio y generar una serie de ajustes hacia arriba y hacia abajo de los requerimientos reales del mercado.¹¹ La figura 3.5 ilustra las oscilaciones del inventario del canal simuladas cuando el minorista aumenta la demanda en 10%, pero no lo informa directamente a los otros integrantes del canal.

¹¹ Jay W. Forrester, *Industrial Dynamics*, Cambridge, MA: The MIT Press, 1961.

FIGURA 3.5
Respuesta de un sistema de simulación producción/distribución a un incremento repentino del 10% en las ventas a nivel menudeo

Fuente: Reimpreso con autorización de Jay W. Forrester, *Industrial Dynamics*, Waltham, MA: Pegasus Communications, 1961. www.pegasuscom.com.



La figura 3.5 muestra que un aumento de 10% de la demanda al menudeo sin una comunicación clara hacia los otros integrantes de la cadena de suministro provoca cambios en el inventario de 16% para el distribuidor, 28% para el almacén de la fábrica y 40% para la producción de la fábrica. Es obvio que estos cambios aumentan la variación en la cadena de suministro, lo cual aumenta los costos y disminuye la utilización del activo.

Por la misma naturaleza de su misión, un canal de distribución debe responder a los requerimientos de las transacciones. El sistema debe estar preparado para iniciar una acción logística después de recibir un mensaje. Debe tenerse extremo cuidado para estructurar la función de comunicaciones con un alto grado de confiabilidad, al mismo tiempo que se conserve la flexibilidad requerida para el cambio y la adaptación.

Como lo ilustra la figura 3.4, es importante comprender que un proceso de predicción significativo requiere una combinación integrada y coherente de los componentes. Históricamente, se ha creído que un esfuerzo intensivo en uno de los componentes individuales, como la técnica, puede salvar los problemas en los otros componentes. Por ejemplo, se pensaba que era posible identificar una técnica de predicción “perfecta” que evitara la necesidad de soporte para los sistemas y un proceso regular. Cada vez es más aceptada la idea de que los tres componentes deben funcionar juntos. El proceso de diseño debe considerar de manera adecuada las fortalezas y las debilidades de cada componente individual, que posibilite el óptimo desempeño del sistema integrado.

Aun cuando la técnica de predicción es sólo un componente del proceso general de administración de la demanda, es útil para comprender la amplitud de las técnicas disponibles y las medidas para evaluarlas.

Técnicas de predicción

La predicción de la demanda requiere elegir las técnicas matemáticas o estadísticas adecuadas para generar predicciones periódicas. La utilización eficaz de una técnica hace necesario que coincidan las características de la situación con las capacidades de la técnica. Algunos criterios para evaluar la viabilidad de la aplicación de una técnica son: 1) la precisión, 2) el horizonte de tiempo de la predicción, 3) el valor de la predicción, 4) la disponibilidad de datos, 5) el tipo de esquema

de datos, y 6) la experiencia de quien predice.¹² Cada técnica alterna de predicción debe evaluarse en lo cualitativo y en lo cuantitativo en relación con estos seis criterios.

Existen tres categorías de técnicas de predicción: 1) cualitativa, 2) de series de tiempo, y 3) causal. Una técnica cualitativa emplea datos como las opiniones de los expertos y la información especial para predecir el futuro y puede o no considerar el pasado. Una técnica de series de tiempo se concentra por completo en los esquemas históricos y sus cambios para generar las predicciones. Y una técnica causal, como una regresión, emplea información refinada y específica de las variables para desarrollar una relación entre un evento en curso y una actividad prevista.

Cualitativas

Las técnicas cualitativas se apoyan mucho en la aptitud de las personas, son muy costosas y consumen mucho tiempo. Son ideales para situaciones donde se requieren pocos datos históricos y mucha pericia por parte de la administración. Un ejemplo de la aplicación de una técnica de predicción cualitativa en una de cadena de suministro es utilizar la información de la fuerza de ventas como base de la predicción para una región nueva o un producto nuevo. Los métodos cualitativos no suelen ser adecuados para la predicción en la cadena de suministro a causa del tiempo requerido para generar las predicciones detalladas de las unidades de existencias en inventario (SKU) necesarias. Las predicciones cualitativas se desarrollan mediante encuestas, paneles y reuniones de consenso.

De series de tiempo

Las técnicas de series de tiempo son métodos estadísticos utilizados cuando los datos históricos de las ventas contienen relaciones relativamente claras y estables, y cuando las tendencias están disponibles. Mediante los datos históricos de las ventas, se emplea el análisis de series de tiempo para identificar la estacionalidad, los esquemas cíclicos y las tendencias. Una vez identificados los componentes individuales de la predicción, dichas técnicas suponen que el futuro reflejará el pasado. Esto implica que los esquemas de demanda del pasado continuarán en el futuro. Esta suposición suele ser razonablemente correcta a corto plazo, de modo que estas técnicas son adecuadas para una predicción de corto alcance.

Cuando la tasa de crecimiento o la tendencia cambian de manera significativa, el esquema de la demanda experimenta un punto de cambio. Debido a que las técnicas de series de tiempo emplean patrones de demanda históricos y promedios ponderados de los puntos de datos, no suelen ser sensibles a los puntos de cambio. Como resultado, deben combinarse con otros métodos para determinar cuándo es probable que ocurran estos puntos de cambio.

Las técnicas de series de tiempo incluyen diversos métodos que analizan el patrón y el movimiento de los datos históricos para establecer características recurrentes. Con base en las características específicas, se emplean técnicas de sofisticación variable para desarrollar predicciones de series de tiempo. Las cuatro técnicas de series de tiempo en orden de complejidad son: 1) los promedios móviles, 2) la suavización exponencial, 3) la nivelación extendida, y 4) la nivelación adaptable.

Las predicciones de **promedio móvil** emplean el promedio de las ventas del periodo más reciente. Se puede utilizar cualquier cantidad de períodos anteriores, aunque son comunes los promedios de 1, 3, 4 y 12 períodos. Un promedio móvil de un periodo hace que la predicción del periodo siguiente se proyecte mediante las ventas del anterior. Un promedio móvil mensual de 12 períodos emplea el promedio de los últimos 12. Cada vez que se conoce un nuevo periodo de datos reales, éste reemplaza los datos del periodo más antiguo, por lo tanto, se mantiene constante el número de períodos incluidos en el promedio.

Si bien los promedios móviles son fáciles de calcular, existen varias limitaciones. La más importante es que no son reactivas o responden lentamente al cambio y deben conservarse y actualizarse muchos datos históricos para generar predicciones útiles. Si existen altas variaciones en las ventas históricas, el cálculo de promedios móviles no es un método adecuado en la determinación de una predicción. Aparte del componente básico, los promedios móviles no consideran los componentes de la predicción analizados antes.

¹² Spyros Makridakis, Steven Wheelwright y Robert Hyndman, *Forecasting, Methods and Applications*, 3a. ed., Nueva York: John Wiley and Sons, 1997.

Matemáticamente, el promedio móvil se expresa como:

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^n S_{t-i}}{n}$$

donde

F_t = la predicción del promedio móvil para el periodo t

S_{t-i} = las ventas para el periodo i

n = el número total de periodos.

Por ejemplo, una predicción móvil (F) de abril, basada en ventas de 120, 150 y 90 para los tres meses anteriores, se calcula así:

$$\begin{aligned} F_{\text{abril}} &= \frac{120 + 150 + 90}{3} \\ &= 120. \end{aligned}$$

Para superar parcialmente estas deficiencias, se ha introducido como refinamiento el cálculo de los promedios móviles ponderados. La ponderación pone más énfasis en las observaciones recientes. La suavización exponencial es una forma de promedio móvil ponderado. La **suavización exponencial** basa el estimado de las ventas futuras en el promedio ponderado de los niveles anteriores de demanda y predicción. La nueva predicción es una función de la predicción antigua que aumenta en alguna fracción del diferencial entre la predicción anterior y las ventas reales efectuadas. El incremento de ajuste se denomina el **factor alfa**. El formato básico del modelo es:

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

donde

F_t = la predicción de las ventas para un periodo t

F_{t-1} = la predicción de las ventas para el periodo $t - 1$

D_{t-1} = la demanda real para el periodo $t - 1$

α = el factor alfa o la constante de nivelación ($0 \leq \alpha \leq 1.0$).

Por ejemplo, suponga que la predicción para el periodo más reciente fue 100 y la experiencia de ventas real fue de 110 unidades. Además, suponga que el factor alfa utilizado es 0.2. Entonces, mediante una sustitución:

$$\begin{aligned} F_t &= \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \\ &= (0.2)(110) + (1 - 0.2)(100) \\ &= 22 + 80 \\ &= 102 \end{aligned}$$

De modo que la predicción para el periodo t es venta de producto de 102 unidades.

La principal ventaja de la suavización exponencial es que permite un cálculo rápido de una nueva predicción sin registros históricos sustanciales ni actualización. Por lo tanto, la suavización exponencial es muy adaptable a las predicciones por computadora. Dependiendo del valor de la constante de nivelación, también es posible vigilar y modificar la sensibilidad técnica.

La decisión principal al utilizar la suavización exponencial es elegir el factor alfa. Si se emplea un factor de 1, el efecto neto es utilizar las ventas del periodo más reciente como la predicción para el periodo siguiente. Un valor muy bajo, por ejemplo .01, tiene el efecto neto de reducir

la predicción a casi un simple promedio móvil. Los factores alfa grandes hacen la predicción muy sensible al cambio y, por lo tanto, muy reactiva. Los factores alfa bajos tienden a reaccionar lentamente al cambio y, por lo tanto, minimizan la respuesta a las fluctuaciones aleatorias. Sin embargo, la técnica no puede identificar la diferencia entre la estacionalidad y la fluctuación aleatoria. Por tal razón, la suavización exponencial no elimina la necesidad de emitir un juicio. Al elegir el valor del factor alfa, quien hace la predicción enfrenta un compromiso entre eliminar las fluctuaciones aleatorias o hacer que la predicción responda por completo a los cambios en la demanda.

La suavización exponencial extendida incorpora la influencia de la tendencia y la estacionalidad cuando se pueden identificar valores específicos para estos componentes. El cálculo de la suavización extendida es similar al del modelo básico de suavización, excepto porque hay tres componentes y tres constantes de nivelación para representar los componentes básico, de tendencia y estacional.

Igual que la suavización exponencial básica, la suavización extendida permite un cálculo rápido de predicciones nuevas con un mínimo de datos. La capacidad de la técnica para responder depende de los valores de la constante de nivelación. Valores más altos de la constante de nivelación proporcionan una capacidad de respuesta rápida, pero pueden conducir a una reacción exagerada y a problemas de precisión de la predicción.

La suavización adaptable aporta una revisión regular de la validez del factor alfa. Éste se revisa al concluir cada periodo de predicción para determinar el valor exacto que se habría producido en una predicción perfecta para el periodo anterior. Una vez determinado, se ajusta el factor alfa utilizado para generar la predicción siguiente al valor que habría producido una predicción perfecta. Por lo tanto, la opinión del administrador es parcialmente reemplazada con un método sistemático y regular de actualizar alfa. Casi todos los paquetes de software incluyen la capacidad para evaluar de manera sistemática las constantes de nivelación alternas con el fin de identificar la que hubiera producido el mejor desempeño en los períodos más recientes.

Las formas más sofisticadas de la nivelación adaptable incluyen una señal de seguimiento automatizado para vigilar los errores. Cuando se activa la señal debido a un error excesivo la constante aumenta automáticamente para que la predicción sea más reactiva a los períodos de nivelación recientes. Si las ventas del periodo reciente muestran un cambio sustancial, una mayor capacidad de respuesta debe disminuir el error de la predicción. Cuando se reduce el error de la predicción, la señal de seguimiento regresa automáticamente la constante de nivelación a su valor original. Aunque las técnicas adaptables están diseñadas para ajustar sistemáticamente los errores, su debilidad es que a veces tienen una reacción excesiva al interpretar el error aleatorio como una tendencia o estacionalidad. Esta interpretación errónea conduce a errores más grandes en el futuro.

Causales

Una predicción por regresión estima las ventas para una SKU con base en los valores de los otros factores independientes. Si se puede identificar una buena relación, como la que existe entre el precio esperado y el consumo, la información sirve para predecir los requerimientos de manera eficaz. La predicción causal o por regresión funciona bien cuando se puede identificar una variable importante, como el precio. Sin embargo, tales situaciones no son muy comunes para aplicaciones en la cadena de suministro. Si la predicción de la SKU se basa en un solo factor, se denomina **regresión simple**. El uso de más de un factor de predicción es la **regresión múltiple**. Las predicciones de regresión emplean una correlación entre un evento principal o predecible y las ventas de la SKU que dependen de la demanda. No es necesario que exista una relación causa/efecto entre la venta del producto y el evento independiente si está presente con regularidad un alto grado de correlación. Una correlación supone que las ventas predichas están precedidas por algún factor independiente principal, como la venta de un producto relacionado. Sin embargo, la utilización más confiable de la predicción de las ventas por regresión se basa en una relación causa/efecto. Debido a que la regresión considera de manera eficaz los factores y los eventos externos, las técnicas causales son más adecuadas para predicciones a largo plazo o de agrupamiento. Por ejemplo, las técnicas causales se suelen emplear para generar predicciones de las ventas anuales o nacionales. A partir del análisis anterior, debe ser evidente que el software para predicción ofrece una amplia

TABLA 3.4 Resumen de las técnicas de predicciónFuente: Reimpreso con autorización de David J. Closs, *Forecasting and Its Use in Logistics*, Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL.

Técnica de predicción	Descripción	Aplicación	Limitaciones
Promedio móvil	Un promedio no ponderado de los períodos de ventas anteriores	Es útil cuando sólo hay una base y una demanda irregular de componentes	No es útil cuando existen una estacionalidad o una tendencia significativas
Suavización exponencial	Un promedio móvil ponderado exponencialmente que emplea constantes de nivelación para colocar mayores pesos en las demandas más recientes	Se emplea cuando es necesario mantener los datos y generar predicciones para una gran cantidad de artículos que incluyen los componentes de tendencia individual y estacionalidad	No sirve cuando hay otros factores que afectan la demanda, como las promociones, los cambios de precios o las acciones de la competencia no programadas con regularidad
Series de tiempo	Emplea un periodo como variable independiente para predecir los esquemas de demanda futuros	Es útil cuando los esquemas de la demanda se repiten con ciertos componentes cíclicos, estacionales o de tendencia	No es muy reactiva al cambio, porque el modelo requiere muchos períodos para identificar los cambios en los patrones y para que la predicción responda a los cambios en un patrón; también requiere de pericia al elegir las variables que deben incluirse
Regresión	Utiliza otras variables independientes, como el precio, los planes de promoción o los volúmenes de productos relacionados para predecir las ventas	Es útil cuando existe una fuerte relación lineal o no lineal entre las variables independientes y la demanda	No es muy reactiva al cambio, porque el modelo requiere muchos períodos para identificar los cambios en los patrones y para que la predicción responda a los cambios en un patrón; también requiere de pericia al elegir las variables que deben incluirse
Multivariado	Aplican técnicas estadísticas más complejas para identificar relaciones más complejas del historial de la demanda; entre las técnicas están el análisis espectral, el análisis de Fourier, las funciones de transferencia y las redes neuronales	Útiles cuando hay una relación compleja, generalmente no lineal, entre los patrones históricos y la demanda. Los análisis identifican y evalúan los grupos de parámetros alternos para determinar el mejor ajuste y utilizarlo para predecir la demanda futura. Estas técnicas suelen ser más útiles para generar macro predicciones, como el consumo de energía, el crecimiento económico o el transporte agregado	Aunque existen factores cuantitativos para seleccionar el mejor modelo, también suele incorporar juicio en elegir el mejor modelo, de modo que estas técnicas no suelen ser convenientes para predicciones detalladas de artículos, ubicaciones y períodos

variedad de capacidades en términos de técnicas y sofisticación. La tabla 3.4 contiene un resumen de las aplicaciones y las limitaciones de las técnicas de predicción disponibles.

Exactitud de una predicción

La exactitud de una predicción se refiere a la diferencia entre las predicciones y las ventas reales correspondientes. El mejoramiento de la exactitud de la predicción requiere medir y analizar el error. Aunque el error de una predicción generalmente se puede definir como la diferencia entre la demanda real y la predicción, se requiere una definición más precisa para el cálculo y la comparación. La tabla 3.5 proporciona la demanda unitaria mensual y la predicción para un modelo específico de computadora personal en un centro de distribución regional. Este ejemplo ilustra las mediciones alternas del error de una predicción.

Un método para la medición del error es acumular los errores durante un período, como se ilustra en la columna 4. Con este método, los errores se acumulan durante un año y se calcula

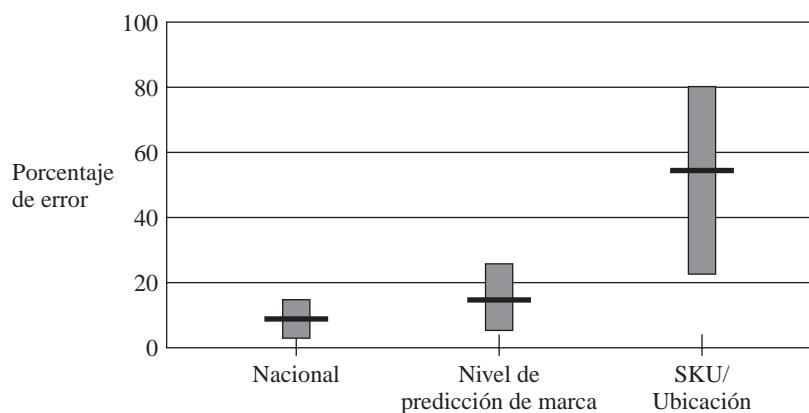
TABLA 3.5
La demanda y la predicción mensual de computadoras personales

(1) Mes	(2) Demanda	(3) Predicción	(4) Error	(5) Error absoluto
Enero	100	110	-10	10
Febrero	110	90	20	20
Marzo	90	90	0	0
Abril	130	120	10	10
Mayo	70	90	-20	20
Junio	110	120	-10	10
Julio	120	120	0	0
Agosto	90	110	-20	20
Septiembre	120	70	50	50
Octubre	90	130	-40	40
Noviembre	80	90	-10	10
Diciembre	90	100	-10	10
Suma	1 200	1 240	-40	200
Promedio	100	103.3	-3.3	16.7^a
Porcentaje (error/promedio)				17.1%^b

a = Desviación promedio absoluta (mean absolute deviation, MAD).

b = Promedio de (error de predicción mensual/demanda mensual).

FIGURA 3.6
Comparativo de errores de predicción



un promedio simple. En el ejemplo, el error promedio está muy cerca de cero, aun cuando hay algunos meses con un error significativo. La dificultad con este método es que los errores positivos cancelan los errores negativos ocultando un problema de predicción importante. Para evitar esto, un método alterno es ignorar el “signo” y evaluar el error absoluto. La columna 5 ilustra el cálculo del error absoluto y la desviación promedio absoluta (Mean Absolute Deviation, MAD). Para comparar las predicciones se suele calcular porcentajes del error, mientras que el error del porcentaje del promedio absoluto (Mean absolute percentage error, MAPE) se calcula al dividir el error promedio absoluto entre la demanda promedio.

Otra consideración es el nivel de medición o agrupamiento. Suponiendo que se registre en detalle la SKU individual, el error de predicción se calcula mediante las combinaciones de la ubicación de la SKU individual, los grupos de SKU o ubicaciones, y en forma nacional. En general, un mayor agrupamiento produce errores de predicción relativa más bajos. Por ejemplo, la figura 3.6 ilustra un comparativo de los errores de predicción a nivel nacional, de marca para grupos de SKU y de ubicación de SKU. La figura presenta el error de predicción relativo mínimo, máximo y promedio para una muestra de empresas que comercializan productos para el cliente. Como ilustra la figura 3.6, mientras que un error relativo de 40% es el promedio para un nivel de agrupamiento de SKU/ubicación, reflejaría una predicción muy deficiente si se mide en el nivel nacional.

Planeación, predicción y reabasto en colaboración

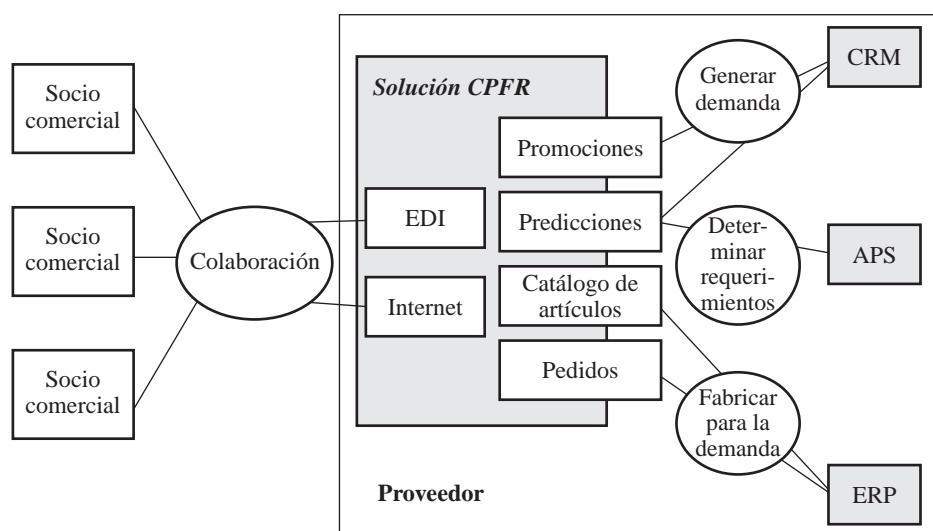
Los procesos y las técnicas de predicción descritos antes han logrado beneficios significativos al proporcionar un desempeño logístico superior. Sin embargo, todavía pueden existir eventos costosos no planificados y no coordinados que distorsionan el flujo uniforme de productos por la cadena de suministro. Estas distorsiones ocurren debido a que las empresas fallan frecuentemente al coordinar sus predicciones individuales con respecto a la demanda final del cliente y a los eventos de mercadotecnia diseñados para estimular la demanda. Imagine, por ejemplo, que al inicio del mes el fabricante predice ventas de 100 000 cajas para un cliente minorista específico, con publicidad y promociones de ventas planeadas para apoyar ese nivel de ventas. Mientras tanto, el mismo minorista predice ventas de 150 000 y planea eventos promocionales específicos para lograr esa predicción. Es evidente que la planeación y la información compartida acerca de tales eventos aumentarían la probabilidad de una relación exitosa.

La planeación, predicción y reabasto en colaboración (collaborative planning, forecasting, and replenishment, CPFR) es un proceso iniciado por la industria de productos para el cliente con el fin de lograr tal coordinación. No reemplaza las estrategias de reabasto, sino que las complementa mediante un proceso de cooperación. En esencia, la CPFR coordina el proceso de planeación de los requerimientos entre los participantes de la cadena de suministro para las actividades de creación y cumplimiento de la demanda. La figura 3.7 ilustra las relaciones básicas de la CPFR. La solución de la CPFR comparte la información relacionada con las promociones, las predicciones, los datos de los artículos y los pedidos, mediante EDI o Internet. La información desarrollada en colaboración es usada entonces de manera conjunta y repetitiva por quienes planearon para generar la demanda, determinar los requerimientos de reabasto y hacer coincidir la producción con las demandas.

El primer paso en el proceso CPFR es una planeación empresarial conjunta, en donde un cliente y un proveedor comparten, analizan, coordinan y fundamentan sus propias estrategias individuales para crear un plan conjunto. Éste ofrece una visión común y coherente de lo que se espera vender, cómo se comercializará y promoverá, en cuál mercado y durante cuál periodo. Se crea un calendario conjunto para compartir la información que determina el flujo del producto. El minorista y el proveedor generan y comparten una predicción de ventas común basada en el conocimiento compartido del plan de cada socio empresarial. La CPFR incluye un proceso repetitivo en donde los participantes intercambian y afinan el plan de predicción y de requerimientos hasta alcanzar un consenso. Mediante esta predicción basada en consenso, se desarrollan planes de producción, de reabasto y de embarque. Lo ideal es que la predicción en colaboración se vuelva un compromiso entre las dos empresas.

FIGURA 3.7
La CPFR en un
ambiente de tecnolo-
gía de información
para el menudeo

Fuente: Reimpreso con autorización de Matt Johnson, "Collaboration Data Modeling: CPFR Implementation Guidelines", *Actas de la conferencia anual 1999 del Council of Supply Chain Management Professionals*, Oak Brook, IL, p. 17.



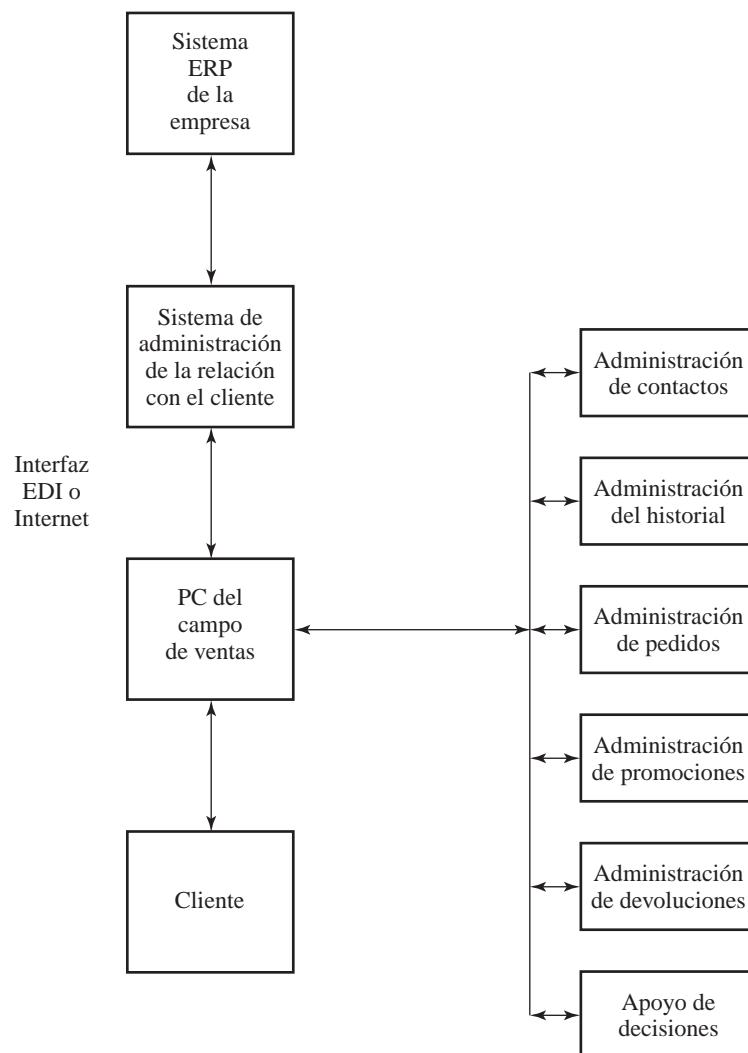
Los canales de distribución de la relación representan una gran promesa para un desempeño logístico superior. Los canales convencionales son fundamentalmente adversos por naturaleza, no reconocen la dependencia y son impulsados por la información acaparada en vez de compartida, de modo que no consiguen las sofisticadas interfases logísticas requeridas por la CPFR. Las alianzas y las sociedades crean relaciones a largo plazo entre los participantes de la cadena de suministro. Cuando hay problemas, como ocurrirá inevitablemente, se pueden resolver con rapidez. A final de cuentas, las disposiciones de una colaboración estrecha reducen el costo de hacer negocios para todos los integrantes del canal. Los problemas y conceptos relacionados con la colaboración se analizarán en el capítulo 15.¹³

Administración de la relación con el cliente

Como se observa en la figura 3.8, la administración de la relación con el cliente (customer relationship management, CRM) está diseñada para extender la funcionalidad de las aplicaciones de ventas y de entrega relativas a la planeación de recursos de la empresa (ERP). Aunque las aplicaciones ERP tradicionales se concentran en recibir de manera eficiente los pedidos de los

¹³Para información más detallada y oportuna, consulte el sitio Web de la CPFR en www.cpfr.org.

FIGURA 3.8
Un sistema típico de extensión administrativa de la relación con el cliente



clientes, a las empresas les parece necesario dejar de tratar a los clientes como fuentes de ingresos que deben explotarse y tratarlos como un activo que debe fomentarse. Si bien la tecnología para ventas y entrega tradicional estaba configurada para aceptar los pedidos de los clientes en una amplia variedad de formatos y permitir la administración de esos pedidos en todo el proceso de cumplimiento, se requiere un rango más amplio de capacidades para administrar la relación general con el cliente. Un sistema CRM integrado incluye una combinación de base de datos común establecida en un servidor, PC remotas controladas por los representantes de ventas, y un proceso de sincronización global para asegurar que tanto los datos corporativos como los datos de los representantes de ventas son oportunos y regulares. Más allá de esta función básica, en la actualidad CRM requiere dar seguimiento y analizar el historial de ventas, administrar los precios, las promociones, la mezcla de productos y sus respectivas categorías. En algunos casos, los clientes esperan que su fuerza de ventas administre toda la categoría de productos en su planta. Por ejemplo, se ha vuelto más común que las tiendas de abarrotes esperen que sus proveedores administren la mezcla de productos y las cantidades en exhibición de las principales categorías de productos, como las bebidas y los productos especializados. Esta práctica, conocida como **administración de categorías**, requiere un apoyo de información sustancial del fabricante, pero también facilita compartir la información.

Resumen

La razón fundamental de implementar la logística es la necesidad de atender a los clientes, sean usuarios finales, intermedios o incluso internos. El concepto de mercadotecnia es la base para la atención al cliente centrada fundamentalmente en las necesidades de éste y no en los productos o servicios, el requerimiento de observar y posicionar los productos y servicios en un contexto del cliente, la identificación de los segmentos del mercado cuyas necesidades son diferentes, y el compromiso de que el volumen es menos importante que las ganancias.

La implementación contemporánea del concepto de mercadotecnia sugiere que es más importante concentrarse en el desarrollo de relaciones con los clientes que en perfeccionar las transacciones individuales. Esta interpretación se concentra en las necesidades y los requerimientos de los clientes individuales como el ingrediente central de una mercadotecnia uno a uno. En el contexto de una cadena de suministro, mediante el desempeño logístico deben apoyarse los requerimientos del cliente relacionados con la conveniencia espacial, el tamaño de los lotes, el tiempo de espera, y la variedad y el surtido.

Las organizaciones desarrollan su plataforma para la atención al cliente en tres niveles de compromiso creciente. El primero es el servicio al cliente de logística básica. Para ser competitiva, una empresa necesita una capacidad de servicio básico que equilibre la disponibilidad, el desempeño operativo y la confiabilidad para todos los clientes. El nivel de compromiso para cada dimensión del servicio requiere considerar con cuidado el desempeño competitivo y un análisis costo/beneficio. El nivel más alto de compromiso es el desempeño perfecto en los pedidos, lo cual requiere operaciones logísticas con cero defectos. Tal compromiso de alto nivel suele reservarse para los clientes principales de una empresa.

Ir más allá del servicio básico para crear satisfacción del cliente representa el segundo nivel de atención al cliente. Es ahí donde el servicio básico se concentra en el desempeño operativo interno de la organización y la satisfacción del cliente se concentra en los clientes, sus expectativas y sus percepciones del desempeño del proveedor. Las expectativas del cliente se extienden más allá de las consideraciones logísticas comunes e incluyen factores relacionados con las comunicaciones, el acceso a la credibilidad, la capacidad de respuesta y el conocimiento específico de los clientes, al igual que la confiabilidad y la capacidad de respuesta de las operaciones. Una empresa puede proporcionar un servicio logístico igual o incluso mejor que los competidores y todavía tener clientes insatisfechos. El dejar de satisfacer a los clientes puede ser el resultado de una falta de conocimiento de las expectativas del cliente, de estándares de desempeño inadecuados, de una falla en el desempeño, de comunicaciones deficientes, o de una percepción incorrecta del cliente o de la empresa acerca del desempeño. Cuando aumentan las expectativas del cliente, los ejecutivos de la logística deben vigilar de manera continua la satisfacción del cliente y el desempeño logístico.

El nivel más alto de atención al cliente se conoce como éxito del cliente. En donde los programas de satisfacción buscan cumplir o superar las expectativas, una plataforma de éxito se concentra en las necesidades y los requerimientos del cliente. Las expectativas del cliente suelen ser diferentes a sus necesidades y requerimientos. Para lograr el éxito debe haber un conocimiento íntimo de las necesidades de los clientes y sus requerimientos operativos, y un compromiso por parte del proveedor de servicios para mejorar la capacidad del cliente con el fin de competir con más éxito en el mercado. Los servicios de valor agregado representan un modo en que la logística puede contribuir al éxito del cliente. Aunque el éxito del cliente suele asociarse con las relaciones de mercadotecnia uno a uno, en casos aislados puede representar el método más viable para asegurar la supervivencia a largo plazo de todas las categorías de clientes.

En casi todas las cadenas de suministro los requerimientos de los clientes deben preverse mediante predicciones. Éstas incluyen varios componentes y los principales son el nivel, la tendencia y la estacionalidad. Si bien estos componentes externos son significativos, una variación en la demanda también produce acciones operativas como las promociones, los cambios de precios y la introducción de nuevos productos. El proceso de predicción debe incorporar una combinación de técnicas, sistema de apoyo y administración. Las técnicas de predicción proporcionan un punto inicial cuantitativo, el sistema de apoyo refina los datos para considerar los cambios en el mercado y la administración de la predicción aporta un proceso administrativo para conducir y vigilar el esfuerzo general. Existen técnicas de predicción cualitativas y causales, pero la mayoría de las predicciones logísticas y de la cadena de suministro se desarrollan mediante métodos basados en series de tiempo. Aunque han existido algunos avances en las técnicas y los métodos de predicción, el mejoramiento de predicción más sustancial se ha conseguido mediante la utilización de técnicas en colaboración como la CPFR y la CRM, en las que participan numerosos integrantes de la cadena de suministro.

Preguntas desafiantes

1. Explique las diferencias entre la mercadotecnia de transacciones y la de relaciones. ¿De qué modo estas diferencias conducen a aumentar el énfasis en el desempeño logístico en la administración de la cadena de suministro?
2. ¿Por qué los cuatro resultados principales del servicio (conveniencia espacial, tamaño de los lotes, tiempo de espera y variedad de productos) son importantes para la administración logística? Proporcione ejemplos de empresas competidoras que difieran en el nivel de resultado de cada servicio proporcionado a los clientes.
3. Mediante las diez categorías de expectativas del cliente de la tabla 3.1, desarrolle ejemplos propios de cómo los clientes pueden evaluar el desempeño de un proveedor.
4. Compare y contraste las filosofías de servicio al cliente, satisfacción del cliente y éxito del cliente de la administración de la cadena de suministro.
5. ¿Qué significan los servicios de valor agregado? ¿Por qué estos servicios se consideran esenciales en un programa de éxito del cliente?
6. ¿Cómo puede una empresa utilizar el proceso de cuatro etapas de eficacia de los costos, acceso al mercado, extensión del mercado y creación de mercados para obtener una superioridad competitiva?
7. Identifique y analice los componentes principales de una predicción. ¿Por qué es importante separar la demanda en estos componentes al desarrollar predicciones nuevas?
8. Compare y contraste el diferenciador lógico básico de las técnicas de predicción de series de tiempo y causal. ¿Bajo qué condiciones deben aplicarse cada una de ellas?
9. Analice cómo la responsabilidad de los errores puede ser un factor importante para mejorar el desempeño de una predicción.
10. Analice cómo un cambio menor en la demanda a nivel de minoristas puede afectar significativamente la variación de la cadena de suministro en los distribuidores, fabricantes y proveedores.

Adquisición y fabricación

El imperativo de la calidad

Dimensiones de la calidad del producto

Administración de la calidad total

Estándares de calidad

Adquisición

Perspectivas de la adquisición

Estrategias de adquisición

Segmentación de los requerimientos de compras

Comercio electrónico y adquisición

Fabricación

Perspectivas de la fabricación

Estrategias de fabricación

Costo total de fabricación

Interfaces logísticas

Justo a tiempo

Planeación de los requerimientos

Diseño para la logística

Resumen

En el capítulo 2 se presentaron los ciclos de desempeño como fundamento de la logística integrada a través de la cadena de suministro. Se identificaron tres ciclos de suministro que deben vincularse mediante una logística eficaz. El **ciclo de adquisición** vincula a una organización con sus proveedores, el **ciclo de apoyo de la fabricación** referente a la logística de apoyo de la producción, y el **ciclo de atención al cliente** que vincula a una empresa con sus mercados. Como veremos más adelante, en este capítulo, las empresas fabricantes tienen diferentes estrategias de fabricación; por lo tanto, implementan diversos métodos de adquisición para apoyar los requerimientos de fabricación específicos. Por supuesto, todo este desempeño debe cumplir los requerimientos del cliente con productos de calidad. Este capítulo comienza con un análisis de la calidad del producto desde la perspectiva del cliente y los programas de administración de la calidad total. Después se abordan la adquisición y la fabricación con la atención centrada en las estrategias alternas, y se concluye con una revisión de las interfaces logísticas necesarias para apoyar las estrategias de adquisición y de fabricación elegidas por una organización.

El imperativo de la calidad

La calidad es un interés apremiante para todas las organizaciones. En un mercado competitivo, ninguna compañía se atreve a quedarse atrás al momento de ofrecer calidad a sus clientes. Sin embargo, la calidad sigue siendo un concepto elusivo. Al final, la calidad está en los ojos de los clientes y en cómo perciben una organización, sus productos y sus servicios. La calidad en el servicio al cliente se introdujo en el capítulo 3 en términos de las expectativas y los requerimientos de éste. Gran parte de la atención en la logística de la cadena de suministro está en asegurar que los productos se entreguen a tiempo, sin daños y con todos los atributos necesarios para cumplir los requerimientos del cliente. En este capítulo se abordarán aspectos fundamentales de la **calidad del producto**, en relación con los procesos de adquisición de materiales y de fabricación.

Dimensiones de la calidad del producto

En el contexto de la forma física del producto, la calidad no es tan sencilla como parece en un principio. De hecho, el término *calidad* significa conceptos diferentes para personas distintas. Si bien todos quieren un producto de calidad, no todos coinciden en que una marca o un artículo específico tengan todos los atributos de calidad deseados. La calidad suele considerarse en términos de ocho dimensiones competitivas diferentes.¹

Desempeño

Tal vez el aspecto más obvio de la calidad, desde el punto de vista del cliente, sea el desempeño, o qué tan bien funciona en realidad el producto comparado con cómo está diseñado para funcionar. Por ejemplo, las computadoras personales se juzgan con respecto a su velocidad de procesamiento; los componentes de audio, en términos de la nitidez del sonido y falta de ruido; las lavavajillas, en relación con la pulcritud de los platos. Un desempeño superior en un producto suele ser un atributo objetivo, el cual se puede comparar entre artículos y marcas. Por supuesto, un artículo puede tener varias dimensiones de desempeño, lo cual complica la comparación. La computadora personal se juzga no sólo en términos de velocidad de procesamiento, sino también por características como la memoria interna, la capacidad del disco duro y muchas otras características del desempeño.

Confiabilidad

Se refiere a la probabilidad de que un producto funcione durante su vida esperada. También se relaciona con la cantidad de descomposturas o reparaciones que experimenta un cliente después de la compra. Por ejemplo, considere el lema de Maytag “La gente confiable” y una campaña publicitaria de gran alcance que presenta a un técnico de la compañía como “la persona más solitaria en la ciudad”. Maytag insiste en que sus productos son más confiables que los de sus competidores al mostrar que su técnico nunca es requerido para reparar un aparato descompuesto. Igual que el desempeño, la confiabilidad es una característica de la calidad que se puede medir con objetividad.

Durabilidad

Aunque relacionada con la confiabilidad, la durabilidad es un atributo un tanto diferente. Se refiere a la expectativa de vida real de un producto. Un automóvil con una expectativa de vida de 10 años puede ser juzgado por muchos clientes como de mayor calidad que uno con una vida proyectada de 5 años. Por supuesto, el periodo de vida se puede extender mediante el mantenimiento correctivo o preventivo. Por lo tanto, la durabilidad y la confiabilidad son aspectos distintos de la calidad, pero relacionados entre sí.

¹David A. Garvin, “Competing on the Eight Dimensions of Quality”, *Harvard Business Review*, noviembre/diciembre de 1987, pp. 101-109.

Conformidad

Se refiere a si los productos de una empresa en realidad cumplen la descripción o las especificaciones precisas con las que fueron diseñados. Se suele medir al analizar los desperdicios, la reelaboración o la tasa de defectos. La medición de la calidad de la conformidad suele realizarse al interior de una organización. Por ejemplo, si 95% de los productos de una empresa cumplen las especificaciones con las que fueron diseñados, ésta tiene una tasa de defectos de 5%. Los productos defectuosos pueden ser desechados o reelaborados para que cumplan con la conformidad.

Características

Con frecuencia los clientes juzgan la calidad de productos específicos con base en el número de funciones o tareas que realizan independientemente de la confiabilidad o la durabilidad. Por ejemplo, un televisor con características como control remoto, imagen en recuadro y programación en pantalla, suele ser considerado como de mejor calidad que un modelo básico. Pero, en general, entre más características contiene un producto, mayor es la probabilidad de que carezca de otro atributo de la calidad, como la confiabilidad.

Estética

La estética, el estilo y los materiales específicos utilizados en un producto, es utilizada por muchos clientes para juzgar la calidad. En la ropa, los suéteres de lana fina son considerados de mayor calidad que los de poliéster. En los automóviles, la utilización de piel en vez de tela para las vestiduras de los asientos, o de madera o metal en vez de plástico, son elementos estéticos que implican calidad. Entre estos elementos está la noción del acabado como una pintura de alto brillo en un automóvil o las costuras imperceptibles en la ropa. Los clientes suelen considerar los diseños de productos singulares o innovadores como de mayor calidad.

Facilidad de servicio

Para algunos clientes la facilidad de servicio, la accesibilidad a las reparaciones cuando falla un producto, es un aspecto importante de la calidad. Por ejemplo, piense en los aparatos nuevos que contienen una opción de diagnóstico, la cual avisa a los usuarios o a los técnicos que está a punto de ocurrir una falla. Lo ideal es que la facilidad de servicio permita al cliente reparar el producto a un costo bajo o inexistente y sin perder tiempo. Cuando no existe facilidad de servicio, los clientes consideran de mayor calidad los artículos o marcas que se pueden reparar más rápido y a menor costo.

Calidad percibida

Como se señaló antes, los clientes son los jueces definitivos de la calidad de los productos a través de su percepción de qué tan bien cumplen sus requerimientos los productos. La calidad percibida se basa en la experiencia del cliente antes, durante y después de la compra de un producto. La calidad total del producto es una combinación de las ocho dimensiones, el cómo las combina una organización y el cómo el cliente percibe tal combinación. Es perfectamente plausible que dos clientes diferentes perciban que dos marcas distintas tienen la más alta calidad, dependiendo de cuál combinación de elementos considera más importante cada uno.

Administración de la calidad total

Es útil recordar que la calidad total abarca mucho más que los atributos físicos de un producto. El servicio, la satisfacción y el éxito son dimensiones de la calidad de interés específico en la logística. Desde la perspectiva del cliente, el producto físico no sólo debe incorporar los elementos deseados, sino que también debe estar disponible de una manera oportuna y conveniente. Por lo tanto, la calidad es una responsabilidad importante de una organización logística.

La **administración de la calidad total (TQM)** es una filosofía apoyada por un sistema administrativo concentrado en cumplir las expectativas del cliente con respecto a todas las necesidades, desde todos los departamentos o funciones de una organización, sea el cliente interno o externo, un participante de la cadena de suministro o un cliente final. Aunque las herramientas y metodo-

logías específicas empleadas en la TQM están más allá del alcance de la logística, los elementos conceptuales básicos son: 1) el compromiso y el apoyo de los administradores principales; 2) mantener la atención de un cliente en el producto, el servicio y el desempeño del proceso; 3) operaciones integradas dentro de y entre las organizaciones; y 4) el compromiso para el mejoramiento continuo.

Estándares de calidad

Es muy difícil establecer estándares de calidad globales como resultado de diferentes circunstancias, prácticas y procedimientos en todo el mundo. Como un ejemplo sencillo, las tolerancias de ingeniería en un país pueden medirse en milímetros, mientras que en otros se miden en décimas de pulgada. No obstante, la **Organización Internacional para la Estandarización (International Organization of Standardization, ISO)** ha propuesto un conjunto de estándares que han alcanzado una aceptación mundial.

Se ha emitido una serie de estándares de calidad bajo el nombre ISO 9000. Al incorporar varios subconjuntos (ISO 9001, 9002, etc.) estos estándares ofrecen definiciones básicas para el aseguramiento y la administración de la calidad. Por ejemplo, ISO 9001 aborda el sistema de calidad existente para el diseño de productos, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio. Varias organizaciones en el mundo están autorizadas para efectuar revisiones de las compañías y sus prácticas y procedimientos para la TQM. Una compañía que respeta los lineamientos de ISO recibe una certificación. En 1998 se difundió otro conjunto, ISO 14000, el cual aborda los lineamientos y los procedimientos para administrar el impacto ambiental de una empresa. Una certificación en ISO 9000 e ISO 14000 indica que una compañía se apegue a los dos estándares: de calidad y ambiental.

Adquisición²

Cada organización, ya sea un fabricante, mayorista o minorista, compra materiales, servicios y suministros para apoyar sus operaciones. Históricamente, la compra se ha percibido como una actividad administrativa de oficina o de bajo nivel que tiene a su cargo la responsabilidad de ejecutar y procesar los pedidos iniciados en otro lugar de la organización. La función de las compras era obtener de un proveedor el recurso deseado al precio de compra más bajo posible. Este punto de vista tradicional de las compras ha cambiado sustancialmente en las últimas décadas. El enfoque moderno está en el gasto total y el desarrollo de relaciones entre los compradores y los vendedores. Como resultado, la adquisición se ha elevado a una actividad estratégica.

Esta creciente importancia de la adquisición se puede atribuir a varios factores. El fundamental de éstos ha sido el reconocimiento del gasto sustancial en las compras de una organización normal y los posibles ahorros a partir de una estrategia de adquisición viable. El hecho básico es que los artículos y servicios adquiridos están entre los elementos de mayor costo para casi todas las empresas. En la industria de fabricación norteamericana, los artículos y servicios adquiridos representan en promedio aproximadamente 55 centavos de cada dólar de ventas.³ En contraste, el gasto promedio de la mano de obra directa en el proceso de fabricación representa alrededor de 10 centavos de cada dólar de ventas. Aunque el porcentaje gastado en las compras varía mucho entre las industrias de fabricación, es evidente que son sustanciales los ahorros posibles a partir de una administración estratégica de las adquisiciones.

Muy relacionado con el costo de los artículos adquiridos está el creciente énfasis en la subcontratación. El resultado es que la cantidad gastada en adquisiciones ha aumentado significativamente en numerosas organizaciones. Las empresas actuales adquieren no sólo materias pri-

² Esta sección se extrae de Robert Monczyka, Robert Trent y Robert Handfield, *Purchasing and Supply Chain Management*, Mason, OH: Thomson South-Western, 2005.

³ Shawn Tulley, "Purchasing: New Muscle", *Fortune*, 20 de febrero de 1995, p. 75.

mas y suministros básicos, sino también complejos componentes fabricados con un contenido muy alto de valor agregado. Éstos refuerzan las funciones para que los proveedores concentren los recursos internos en las capacidades fundamentales. El resultado es que debe concentrarse más atención administrativa en cómo la organización se comunica con su base de proveedores y la administra de manera eficaz. Por ejemplo, General Motors emplea su red de proveedores de primer nivel y una logística de tercer nivel para completar los subensambles y entregar los componentes terminados a sus líneas de ensamblado automotriz cuando los requieren. Muchas de estas actividades alguna vez fueron realizadas de manera interna por la organización. Desarrollar y coordinar estas relaciones representan aspectos críticos de una estrategia de adquisición eficaz.

A continuación se identifican los requerimientos logísticos relacionados con una estrategia de adquisición eficaz.

Perspectivas de la adquisición

La importancia que se le da actualmente a la adquisición como una capacidad primordial de una organización, ha estimulado una nueva perspectiva relacionada con el papel que juega en la administración de una cadena de suministro. El énfasis ha pasado de ser una negociación antagónica, concentrada en las transacciones con los proveedores, a asegurar que la empresa se posicione para implementar sus estrategias de fabricación y mercadotecnia con el apoyo de su base de proveedores. En particular, se pone mucha atención en asegurar un suministro continuo, minimizar el inventario, mejorar la calidad, desarrollar proveedores y obtener el costo total de propiedad más bajo.

Suministro continuo

El agotamiento de las existencias de materias primas o componentes puede interrumpir o imponer un cambio en los planes de producción, lo cual provoca un costo inesperado. El tiempo de descompostura debido a un paro de la producción aumenta los costos operativos y puede impedir la producción de los artículos terminados prometida a los clientes. Imagine el caos que se produciría si una línea de ensamblado de automóviles tuviera todas las piezas disponibles, excepto los neumáticos. Habría que detener todo el ensamblado hasta que éstos llegaran. Por lo tanto, uno de los objetivos principales de la adquisición es asegurar que esté disponible un suministro continuo de materiales, piezas y componentes para las operaciones de fabricación.

Minimización de la inversión en el inventario

En el pasado, el tiempo de interrupción debido a la escasez de materiales se minimizaba al conservar inventarios grandes de materiales y componentes como protección contra la interrupción en el suministro. Sin embargo, mantener un inventario es costoso y ocupa un capital que escasea. Una meta de las adquisiciones es mantener la continuidad del suministro con la inversión más baja posible en el inventario. Esto requiere equilibrar los costos de mantener un inventario contra la posibilidad de un paro en la producción. Por supuesto, lo ideal es que los materiales necesarios lleguen justo en el momento programado para utilizarlos en el proceso de producción, en otras palabras, **justo a tiempo**.

Mejoramiento de la calidad

La adquisición es fundamental para los requerimientos de calidad analizados al inicio del capítulo. La calidad de los artículos terminados y de los servicios depende de la calidad de los materiales y componentes utilizados. Si se emplean componentes y materiales de baja calidad, es probable que el producto final no cumpla los estándares esperados por el cliente. Por lo tanto, una empresa y sus proveedores necesitan comprometerse juntos en una iniciativa de mejoramiento continuo de la calidad.

Desarrollo de proveedores

En el análisis final, la adquisición exitosa depende de localizar o desarrollar proveedores, analizar sus capacidades, y elegir y trabajar con aquellos que logren un mejoramiento conti-

nuo.⁴ En el desarrollo de un proveedor, es fundamental mantener buenas relaciones de suministro con empresas comprometidas con el éxito de la organización que compra. Es importante desarrollar relaciones estrechas con los proveedores para compartir información y recursos con el fin de alcanzar mejores resultados. Por ejemplo, un fabricante puede compartir un programa de producción con los proveedores importantes, lo cual, a su vez, les permite cumplir mejor los requerimientos de entrega del comprador. Un minorista puede compartir información de los puntos de venta y de los planes promocionales para ayudar a los proveedores a cumplir los requerimientos de cantidad en los momentos específicos. Esta perspectiva de la adquisición eficaz representa un marcado contraste con la atención tradicional sólo en el precio, la cual inherente mente creaba relaciones antagonistas entre una empresa y sus proveedores.

Costo total de propiedad más bajo

En pocas palabras, la diferencia de perspectiva entre una estrategia de adquisición antagónica tradicional y una de colaboración más contemporánea se resume como la atención en el **costo total de propiedad (Total Cost of Ownership, TCO)** comparada con la atención en el precio de compra. Los profesionales de la adquisición reconocen que, aunque el precio de compra de un material o artículo sigue siendo importante, no es la única parte del costo total para su organización.⁵ También deben considerarse los costos del servicio y del ciclo de vida.

Ya sea que se establezca a través de licitaciones competitivas, negociaciones entre el comprador y el vendedor, o simplemente desde el programa de precios ofrecido por un vendedor, el precio de adquisición y los descuentos de un artículo son un interés obvio en las adquisiciones. Nadie quiere pagar un precio más alto que el necesario. Normalmente un precio cotizado conlleva un programa de uno o más descuentos posibles que puede recibir un comprador. Por ejemplo, se ofrecen descuentos por cantidad para inducir a los compradores a adquirir cantidades más grandes, o descuentos en efectivo por el pronto pago de las facturas.

La consideración de los descuentos del proveedor lleva de inmediato al comprador más allá del simple precio de compra cotizado. Deben considerarse otros costos asociados con la compra. Para que los beneficios de los descuentos por cantidad se factoricen en el costo total, el comprador debe cuantificar los costos de mantener un inventario. Las cantidades de compras más grandes aumentan el inventario promedio de materiales o suministros. El tamaño de la compra también afecta los costos administrativos asociados con ésta. Las técnicas de tamaños de los lotes, como la cantidad económica de un pedido (Economic Order Quantity, EOQ), la cual se analiza en detalle en el capítulo 6, ayudan a cuantificar estas ventajas y desventajas del costo.

Los términos de venta del proveedor y las estructuras de descuentos por pago en efectivo también afectan el costo total de propiedad. Un proveedor que ofrece términos de crédito más favorables afecta, de hecho, el precio de compra desde la perspectiva del comprador. Por ejemplo, un descuento por pronto pago en una factura que ofrece un proveedor debe compararse con las ofertas de los otros proveedores.

Lo que normalmente no se considera en la práctica de compras tradicional es el impacto de las estructuras de determinación de precios y de descuentos en las operaciones y en los costos de la logística. Por ejemplo, aunque la EOQ tradicional considera los costos de mantener un inventario, por lo general no incluye factores como el impacto de la cantidad en un pedido sobre los costos de transporte, o los costos asociados con recibir y manejar embarques de tamaño diferente. Cuando los compradores intentan alcanzar el precio de compra más bajo, ignoran o consideran como un simple trámite muchas de estas consideraciones logísticas. En la actualidad, cada vez se reconoce más la importancia de los costos logísticos para el TCO.

Los vendedores suelen ofrecer varios servicios estándar que deben considerarse en la adquisición. Además, deben evaluarse los servicios de valor agregado disponibles cuando las organizacio-

⁴Daniel Krause, "Suppliers Development: Current Practices and Outcomes", *Journal of Supply Chain Management*, primavera de 1997, pp. 12-20.

⁵Zeger Degraeve y Filip Roodhooft, "Effectively Selecting Suppliers Using Total Cost of Ownership", *Journal of Supply Chain Management*, invierno de 1999, pp. 5-10. Consulte también Lisa M. Ellram, "Total Cost of Ownership", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, agosto de 1995, pp. 4-23.

nes buscan identificar el TCO más bajo. Muchos de estos servicios implican operaciones logísticas y una interfaz logística entre compradores y vendedores.

El más sencillo de estos servicios es la entrega. La información de cómo se realizará la entrega, cuándo y en qué lugar, afecta todas las estructuras de costos. En muchas industrias es una práctica normal cotizar un precio que incluya la entrega. O bien, el vendedor puede ofrecer al comprador un descuento si el artículo adquirido se recoge en la planta del vendedor. El comprador puede reducir los costos totales, no sólo a través de aprovechar tales ofertas, sino también al utilizar por completo su propio equipo de transporte.

En el capítulo 3, se analizaron los servicios de valor agregado, que comprenden desde el empacado especial hasta la preparación de exhibidores promocionales. El desempeño de las operaciones de ensamblado secundario en la planta de un proveedor o en el almacén de un proveedor de servicios integrados representa una extensión de un posible servicio de valor agregado. El punto es que cada servicio posible tiene un costo para el proveedor y un precio para el comprador. Un aspecto importante al determinar el TCO para los requerimientos adquiridos es considerar los compromisos relacionados con los términos del valor agregado comparados con el costo y el precio de cada servicio. Para hacer esto, el precio de compra de un artículo debe **separarse** del precio de los servicios bajo consideración. Cada uno de los servicios disponibles relacionados debe cotizarse de manera independiente para realizar el análisis adecuado. En el capítulo 11, esta práctica se denomina **establecimiento de los precios del menú**, en donde las adquisiciones tradicionales pueden pasar por alto los servicios de valor agregado al buscar el precio más bajo posible, los ejecutivos que buscan adquisiciones eficaces consideran si tales servicios deben realizarse de manera interna, deben efectuarlos los proveedores o si deben prescindir de ellos. La separación permite al comprador tomar la decisión más adecuada acerca de la adquisición.

El aspecto final del TCO más bajo incluye numerosos elementos conocidos como los costos del ciclo de vida. El costo total de los materiales, los artículos u otros elementos, se extiende más allá del precio de compra y el servicio de valor agregado, para incluir los costos de duración de tales artículos. Algunos de estos costos se producen antes de la recepción real de los artículos, otros se generan durante la utilización de éste, y algunos ocurren mucho después de que el comprador ha terminado de utilizarlo.

Un aspecto de los costos del ciclo de vida implica el gasto administrativo asociado con la adquisición. Los gastos relacionados con la elección de los proveedores posibles, la negociación, la preparación de pedidos y la transmisión son sólo algunos costos administrativos de la adquisición. La recepción, la revisión y el pago también son importantes. Asimismo, deben considerarse los costos relacionados con los artículos terminados defectuosos, los desperdicios y la reelaboración asociada con una calidad deficiente del proveedor, al igual que con la administración de la garantía y las reparaciones. Hasta los costos asociados con el reciclaje o la recuperación de los materiales después de la vida útil de un producto terminado pueden afectar el TCO.

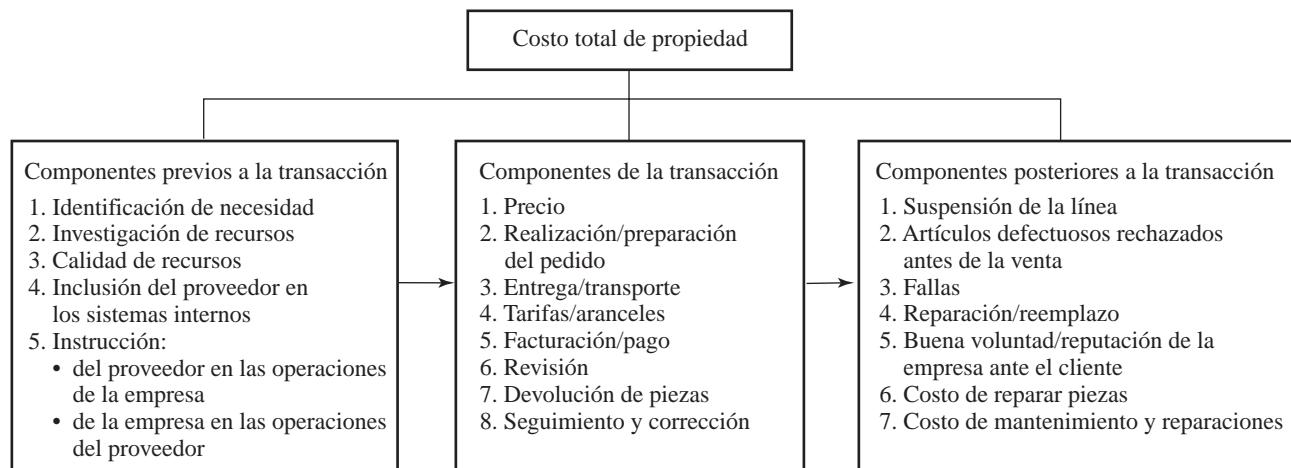
La figura 4.1 presenta un modelo de los diferentes elementos que forman el TCO. Cuando se considera cada uno de estos elementos en las decisiones, es evidente que existen numerosas oportunidades de mejoramiento en la mayoría de las compañías. Muchas de estas oportunidades surgen de una colaboración más estrecha con los proveedores de la que sería posible si una negociación antagónica basada en los precios dominara la relación comprador-vendedor. Cuando los compradores cooperan con los proveedores, se pueden aplicar varias estrategias para reducir los costos tanto del comprador como del vendedor, lo cual vuelve más eficiente la cadena de suministro total y permite cumplir los requerimientos de los participantes siguientes con mayor eficacia. A continuación se analizan tales estrategias.

Estrategias de adquisición

Una estrategia de adquisición eficaz para apoyar las operaciones de la cadena de suministro requiere una relación de trabajo mucho más estrecha entre los compradores y los vendedores que como debiera ser en la práctica tradicional. De manera específica, han surgido tres estrategias: la consolidación del volumen, la integración operativa del proveedor y la administración de valor. Cada una de estas estrategias requiere una colaboración sustancial entre los participantes de la cadena de suministro y debe considerarse como parte del mejoramiento continuo.

FIGURA 4.1 Las categorías principales para los componentes del costo total de propiedad

Fuente: Reimpreso con autorización de Michael Leanders y Harold Fearon, *Purchasing and Supply Management*, 11a. ed., Nueva York: McGraw-Hill Irwin, 1997, p. 334.



Consolidación del volumen

Un paso importante en el desarrollo de una estrategia de adquisición eficaz es la consolidación del volumen por medio de una reducción en el número de proveedores. Al inicio de la década de los ochenta, muchas empresas enfrentaron la realidad de que trataban con una gran cantidad de proveedores en la adquisición de los materiales o elementos utilizados. De hecho, la literatura de compras antes de esa época enfatizaba que muchas fuentes de suministro constituyan la mejor práctica de adquisición. Primero, los posibles proveedores continuamente presentaban licitaciones para hacer negocios con el comprador, lo cual aseguraba una presión constante para cotizar precios bajos. Segundo, mantener varias fuentes evitaba que el comprador dependiera de un solo proveedor. A su vez, esto servía para reducir el riesgo del comprador por si un proveedor específico pudiera interrumpir el suministro por una huelga, un incendio o por problemas de calidad internos.

Al consolidar los volúmenes con una cantidad limitada de proveedores, la adquisición también se posicionó para aprovechar su parte de negocios con el proveedor. Cuando menos esto aumentó la fuerza de negociación del comprador en la relación con el proveedor. Y, más importante, la consolidación del volumen con un número reducido de proveedores aportó varias ventajas para éstos. El beneficio más obvio de concentrar un volumen de compras más grande con un proveedor es que le permite mejorar la economía de escala al dividir el costo fijo entre un volumen de producción más grande. Además, con un volumen de compras asegurado, es más probable que un proveedor haga inversiones en su capacidad o procesos para mejorar el servicio al cliente. Cuando un comprador cambia constantemente de proveedores, ninguna empresa tiene incentivos para hacer tales inversiones.⁶

Es evidente que, cuando se usa una sola fuente de suministro, aumenta el riesgo. Por esta razón, los programas de reducción básica del suministro casi siempre son acompañados por programas rigurosos de examen, selección y certificación de proveedores. En muchos casos los ejecutivos de adquisiciones trabajan muy de cerca con otros en su organización para desarrollar proveedores preferidos o certificados. Estos ejecutivos señalan que la consolidación de volumen no necesariamente significa que se utilice una sola fuente de suministro para cada artículo adquirido. Significa que se emplea una cantidad mucho menor de proveedores que la acostumbrada en casi todas las organizaciones. Aun cuando se elige una sola fuente, es esencial tener un plan de contingencias.

⁶ Matthew G. Anderson, "Strategic Sourcing", *International Journal of Logistics Management*, enero de 1998, pp. 1-13.

Los ahorros ante una consolidación de volumen son considerables. Una empresa consultora ha calculado que los ahorros en el precio de compra y otros elementos del costo representan de 5 a 15% de las compras.⁷ Si la empresa fabricante normalmente gasta 55% de sus ingresos en artículos adquiridos y puede ahorrar 10% a través de la consolidación de volumen, existe la posibilidad de obtener un mejoramiento de 5.5 millones de dólares sobre ingresos de 100 millones de dólares cuando se desglosen los ingresos.

Integración operativa del proveedor

La siguiente etapa del desarrollo ocurre cuando los compradores y vendedores comienzan a integrar sus procesos y actividades en un intento de lograr un mejoramiento sustancial del desempeño. Tal integración suele implicar alianzas o sociedades con proveedores selectos para reducir el costo total y mejorar la integración operativa.

Esta integración adopta muchas formas distintas. Por ejemplo, el comprador puede permitir que el proveedor tenga acceso a la información de ventas y de pedidos, con lo cual éste obtiene un conocimiento continuo de cuáles productos se venden. La información detallada de las ventas permite al proveedor posicionarse mejor para cumplir de manera eficaz los requerimientos del comprador a un costo reducido. La reducción del costo ocurre porque el proveedor tiene más información para planificar y ya no se basa en prácticas con costos inefficientes, como la predicción y los gastos.

Una integración operativa adicional puede hacer que los compradores y los proveedores trabajen juntos para identificar los procesos relacionados con mantener el suministro y buscar modos para rediseñar esos procesos. El establecimiento de vínculos de comunicación directa para reducir el tiempo del pedido y eliminar errores en la comunicación es un beneficio común de tal integración. Los esfuerzos de integración más sofisticados implican eliminar las actividades redundantes que realizan ambas partes, por ejemplo, se puede eliminar la contabilidad del comprador y la revisión de las entregas, conforme los proveedores adquieran mayor seguridad y responsabilidad. Muchas empresas han logrado una integración operativa concentrada en las disposiciones logísticas, como programas de reabasto continuo e inventario administrado por el vendedor.⁸ La integración tiene un destacado potencial para reducir el TCO.

Algunos esfuerzos en la integración operativa tratan de reducir el costo total a través del aprendizaje en ambos sentidos. Por ejemplo, Honda de América colabora estrechamente con sus proveedores para mejorar su administración de la calidad, visita las plantas del proveedor y ayuda a identificar formas para aumentar la calidad. Tales mejoramientos terminan por beneficiar a la empresa al reducir los costos de reelaboración del proveedor y al ofrecer a Honda niveles más altos de calidad en los materiales.

El objetivo principal de la integración operativa es eliminar el desperdicio, reducir el costo y desarrollar una relación que permita al comprador y al vendedor lograr mejoramientos mutuos. La creatividad combinada a través de las organizaciones crea una sinergia que no podría lograr una empresa que funciona aislada. Se ha calculado que la integración operativa con un proveedor puede proporcionar ahorros de 5 a 25 % sobre los beneficios de la consolidación de volumen.⁹

Administración de valor

El logro de una integración operativa con los proveedores crea la oportunidad para la administración de valor. Éste es un aspecto todavía más intenso con respecto a la integración de proveedores, y va más allá de la atención en las operaciones comprador-vendedor hasta alcanzar una relación más pormenorizada y sustentable. La ingeniería de valor, la reducción de la complejidad y la participación inicial del proveedor en el diseño de un nuevo producto, representan algunos de los modos como funciona la adquisición para reducir el TCO.

La ingeniería de valor es un concepto que se relaciona estrechamente con examinar los requerimientos de materiales y componentes en la etapa inicial del diseño del nuevo producto para

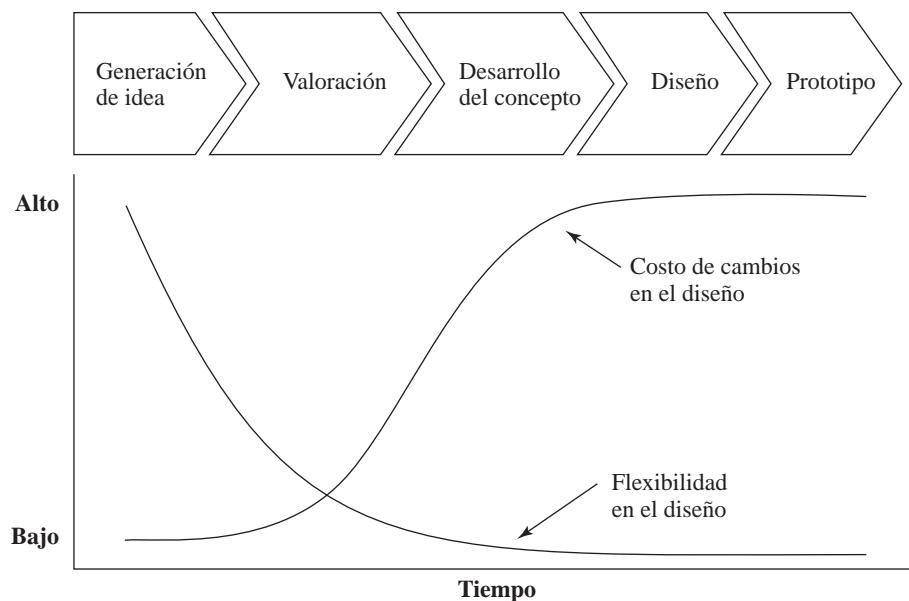
⁷ Matthew Anderson, Les Artman y Paul B. Katz, "Procurement Pathways", *Logistics*, primavera/verano de 1997, p. 10.

⁸ Estos conceptos se analizan en el capítulo 6.

⁹ Anderson, Artman y Katz, "Procurement Pathways", p. 10.

FIGURA 4.2
La flexibilidad y el costo de los cambios en el diseño

Fuente: Reimpreso con autorización de Robert M. Monczka y otros, *New Product Development: Strategies for Supplier Integration*, Milwaukee: ASQ Quality Press, 2000, p. 6.



asegurar que se incorpora un balance de calidad al costo total más bajo. La figura 4.2 muestra cómo la participación temprana del proveedor puede ser fundamental para lograr reducciones en el costo. Conforme avanza el proceso de desarrollo de un producto nuevo de una empresa, desde la generación de la idea hasta las diversas etapas de la comercialización, disminuye la flexibilidad de la compañía para hacer cambios en el diseño. Este tipo de cambios se atiende con facilidad en las etapas iniciales, pero en el momento en que se desarrollan prototipos, una modificación en el diseño se vuelve difícil y costosa. Entre más pronto participa un proveedor en el proceso de diseño, es más probable que una organización pueda capitalizar el conocimiento y las capacidades de ese proveedor.

Un ejemplo de un fabricante de automóviles demuestra el beneficio de la participación temprana del proveedor. Al diseñar el parachoques delantero de un nuevo modelo, el ingeniero de diseño terminaba de trabajar en el ensamble del soporte para el parachoques. Durante el proceso, un ingeniero del proveedor del ensamble, el cual ya había sido identificado aunque la producción real era a futuro, preguntó si la ubicación del soporte podía moverse aproximadamente 1/2 pulgada. El ingeniero de diseño, después de pensar un poco, contestó que podía hacerse sin afectar el producto final. El ingeniero de diseño quiso saber por qué el proveedor solicitó el cambio. La respuesta fue que, al mover el soporte, el proveedor podría utilizar las herramientas y troqueles existentes para fabricarlo. Bajo el diseño original, se hubiera requerido una inversión de capital importante para herramientas nuevas. El resultado fue una reducción de 25 a 30% en el costo del soporte.

Es evidente que la administración de valor se extiende más allá de las adquisiciones en una organización y requiere la cooperación entre numerosos participantes, internos y externos. Los equipos que representan la adquisición, la ingeniería, la fabricación, la mercadotecnia y la logística, al igual que el personal propio del proveedor, buscan en conjunto soluciones para reducir el costo total, mejorar el desempeño o mejorar la atención de los requerimientos del cliente.

Segmentación de los requerimientos de compras

El efecto Pareto se aplica en la adquisición del mismo modo que se aplica en casi todas las facetas de la actividad empresarial. En la adquisición se plantea con sencillez: Es un pequeño porcentaje de los materiales, artículos y servicios adquiridos respecto a un porcentaje grande del dinero gastado. El punto es que no todos los elementos adquiridos son iguales. Sin embargo, muchas organizaciones emplean los mismos métodos y procedimientos para adquirir los artículos de volumen

pequeño y sus compras más estratégicas. Como resultado, gastan lo mismo en adquirir un pedido de 10000 dólares en materias primas o un pedido de 100 dólares en papel para copiadora. Debido a que no todos los elementos adquiridos son iguales, muchas empresas han comenzado a prestar atención a los requerimientos segmentados de las compras y a priorizar los recursos y los conocimientos para manejar esos requerimientos.

Sin embargo, sería un error utilizar el dinero gastado como base para segmentar los requerimientos. Algunos elementos son materiales estratégicos. Otros no lo son. Algunos pueden tener un alto impacto en el éxito empresarial. Otros no. Algunas compras son muy complejas y de alto riesgo. Otras no lo son. Por ejemplo, puede ser catastrófico que no se entreguen a tiempo los asientos para una línea de ensamblado de automóviles, mientras que la falta de suministros para limpieza puede pasar inadvertida. La clave es que una organización aplique un método segmentado para la adquisición. Es más probable que se pueda justificar una consolidación de volumen y una reducción básica del suministro para casi todos los materiales y servicios. Los beneficios descritos antes se aplican para los suministros de oficina y también para las materias primas.

Comercio electrónico y adquisición

La explosión en la tecnología y los sistemas de información tiene un impacto importante en la actividad de adquisición de casi todas las organizaciones. Gran parte del trabajo diario real se solía efectuar de manera manual, con mucho papeleo, lo cual provocaba procesos lentos sujetos a bastantes errores humanos. La aplicación de la tecnología a la adquisición puede acelerar el proceso, reducir los errores y reducir los costos.

Es probable que la tecnología más común utilizada en la adquisición sea el **intercambio electrónico de datos** (EDI). Éste implica la transmisión electrónica de datos entre una empresa y sus proveedores, lo que permite que dos o más compañías obtengan y proporcionen información oportuna y precisa. En relación con las compras, existen muchos tipos de datos que se transmiten directamente mediante EDI, entre ellos las requisiciones, los pedidos, el reconocimiento de un pedido, el estado de un pedido, la notificación anticipada de envío, al igual que la información de seguimiento. La explosión en la utilización del EDI es un reconocimiento directo de los beneficios asociados, entre ellos la estandarización de los datos, la información es más precisa y oportuna, se reducen los tiempos de desarrollo con las correspondientes reducciones en los inventarios y los TCO son menores. El capítulo 5 presenta más elementos específicos del EDI y las tecnologías de información relacionadas.

Otra aplicación del comercio electrónico en la adquisición es el desarrollo de los catálogos electrónicos. De hecho, la publicación de información sobre productos y quienes los suministran es una aplicación natural de las comunicaciones **basadas en Internet**. Los catálogos electrónicos permiten a los compradores tener un acceso rápido a la información de productos, especificaciones y precios, lo cual permite que se identifique lo que se debe pedir. Muchas empresas han desarrollado sus propios catálogos electrónicos en línea y también se han esforzado en desarrollar catálogos que contengan productos de diferentes proveedores, lo cual permite a los compradores comparar con rapidez las características, las especificaciones y los precios.

Desde 1996, varias organizaciones importantes, entre ellas General Motors y Wal-Mart, anunciaron que ya no considerarían a los proveedores que no pudieran realizar negocios a través de Internet. Una ventaja de este servicio en relación con el EDI tradicional es que supera algunos de los problemas técnicos de compatibilidad entre las computadoras. Internet permite a los compradores y vendedores intercambiar archivos e información con facilidad. General Electric creó “Trading Process Network” la cual convirtió un proceso para adquirir piezas personalizadas que alguna vez fue completamente manual en un sistema electrónico. Por este medio envía solicitudes de cotización, junto con dibujos y especificaciones a los vendedores en todo el mundo.

Los intercambios de compra son otro descubrimiento en materia de adquisiciones basado en tecnología. Mientras que algunas empresas han formado sus propias redes comerciales para tratar con los proveedores, los intercambios de compra representan esfuerzos de cooperación entre las compañías, a menudo competidoras, para tratar con su base común de proveedores. En la industria automotriz, General Motors, Ford y DaimlerChrysler, cada una de las cuales había inicial-

mente formado redes comerciales separadas, establecieron un intercambio conjunto de compras en línea.¹⁰ Las compañías automovilísticas permiten a sus proveedores ver los requerimientos de piezas y suministros, analizar las especificaciones técnicas e incluso consultar una parte de los programas de producción planificados. Debido a que los fabricantes de automóviles en muchos casos trabajan con fuentes comunes, los proveedores pueden planear adecuadamente su propia producción y requerimientos de entrega al tener disponible en un solo lugar información relacionada con todos sus clientes.

El volumen potencial de actividad de adquisición mediante intercambios de compras es enorme. Éstos se han desarrollado en la industria de piezas para aeronaves, productos químicos, productos de acero para la construcción, distribución de alimentos y ventas al menudeo. Sin embargo, existe una posible desventaja. Muchos proveedores temen que los intercambios se conviertan en un mecanismo que termine por reforzar la práctica del pasado, en la cual los compradores se concentraban estrictamente en el precio de compra. Si los compradores publican sus requerimientos y necesidades en Internet, principalmente para solicitar licitaciones de proveedores alternos, o utilizan la tecnología para que los proveedores entren en un proceso de subastas, hay quienes temen que se pierdan los avances en la integración de los proveedores y la administración de valor.

En un contexto de administración de una cadena de suministro, es fundamental el vínculo entre una compañía y sus proveedores externos. Es lo que sostiene la integración de los materiales y los recursos desde fuera de la organización hacia las operaciones internas. La adquisición carga con la responsabilidad de asegurar que esta transición se realice de la manera más eficiente posible. Gran parte del interés en la adquisición se concentra en la interfaz logística entre la organización y su base de proveedores. A final de cuentas, el propósito de la adquisición es integrar el flujo de materiales de acuerdo con los requerimientos y la función de la logística es trasladar las compras de manera eficiente al lugar deseado. En la sección siguiente se analizan estrategias alternas de fabricación con la atención centrada en identificar sus requerimientos logísticos.

Fabricación¹¹

En una cadena de suministro una cantidad significativa de empresas participa en la fabricación de productos. Los fabricantes agregan valor al convertir la materia prima en productos para los clientes o la industria. Ellos crean valor al producir grupos de productos y servicios para clientes o integrantes intermedios de la cadena de suministro. Por ejemplo, los minoristas compran una amplia variedad de productos de diversos fabricantes para crear un surtido atractivo para los clientes. Esta sección repasa la estructura y la estrategia de una cadena de suministro desde la perspectiva de la fabricación. Al igual que en la sección anterior referente a las adquisiciones, el objetivo es resaltar los requerimientos y los retos logísticos necesarios para integrar y apoyar las operaciones de una cadena de suministro para la fabricación.

Perspectivas de la fabricación

El rango de productos que fabrica una empresa se basa en su capacidad tecnológica y su estrategia de mercadotecnia. Las empresas perfeccionan su capacidad de fabricación con base en las oportunidades del mercado y en la disposición para aceptar riesgos innovadores. Al principio, una empresa fabricante crea o inventa un nuevo surtido de productos para ingresar como participante en una cadena de suministro con valor agregado. El éxito del mercado inicial sirve para definir y aclarar la capacidad de una empresa desde la perspectiva de los clientes y proveedores. Una empresa que inicia operaciones de fabricación para producir piezas automotrices será considerada por los socios comerciales como significativamente diferente de una que produce telas. Aunque

¹⁰ Robert Simson, Farn Werner y Gregory White, "Big Three Carmakers Plan Net Exchange", *The Wall Street Journal*, 28 de febrero de 2000, p. A-3.

¹¹ Esta sección se extrae de Steven A. Melnyk y Morgan Swink, *Value-Driven Operations Management: An Integrated Modular Approach*, Nueva York: McGraw-Hill, 2003.

los productos generados son claramente diferentes, el verdadero diferenciador entre las empresas está en las capacidades relacionadas con el conocimiento, la tecnología, el proceso y la estrategia. Una vez establecida, la imagen y la atención de una empresa de fabricación se modifican continuamente ante los ojos de los participantes de la cadena de suministro mientras efectúa negocios, investiga y desarrolla productos nuevos, y realiza servicios de acuerdo con un valor agregado. Por lo tanto, las combinaciones de capacidades y aptitudes que exhibe una empresa de fabricación son dinámicas. En términos de participación en la cadena de suministro, la combinación de productos, servicios, capacidades y aptitudes representa la propuesta de valor de una empresa y aporta dimensión a sus oportunidades en la cadena de suministro. La capacidad de fabricación se basa en los requerimientos de poder de marca, volumen, variedad, restricciones y tiempo de desarrollo.

Poder de marca

Muchos fabricantes gastan dinero en promocionar la generación de conocimiento y aceptación de su marca entre los clientes probables. Como resultado, suelen ser identificados por las marcas de sus productos. La medida de las preferencias de compra del cliente basadas en la reputación de un fabricante, la calidad del producto y las capacidades de la cadena de suministro se conoce como **poder de marca**.

Los compradores a través de una cadena de suministro van desde los clientes hasta los agentes de compras industriales. Bajo condiciones del mercado en donde una marca es muy conocida, aceptada y preferida por el cliente, se puede esperar que los fabricantes tengan mucha influencia. Como regla general, entre más fuerte es entre los compradores la imagen de la marca del producto de una empresa, más puede aprovechar la organización fabricante para determinar la estructura de la estrategia en la cadena de suministro. Por ejemplo, Deere & Company domina cómo se vende, distribuye y recibe mantenimiento la maquinaria agrícola.

Independiente de la aceptación del cliente, la realidad es que una empresa que promueve y comercializa una línea particular de productos puede, de hecho, no participar en la fabricación/ensamblado real o en el desempeño de los servicios logísticos asociados. Es una práctica común que una organización subcontrate una parte o incluso todas las operaciones de fabricación y logísticas requeridas para comercializar un producto específico. La naturaleza del proceso de fabricación, el costo y el destino final en la cadena de suministro sirven para determinar el atractivo de dicha subcontratación. La red geográfica que vincula los lugares de las operaciones de fabricación y de los proveedores y clientes genera los requerimientos logísticos. Sin embargo, la fuerza para determinar el rango de servicios de valor agregado, los requerimientos físicos de movimiento de productos, la oportunidad y las características del flujo entre la cadena de suministro se relacionan directamente con el poder de marca.

Volumen

Los procesos de fabricación pueden ser clasificados en términos de la relación del costo por unidad con el volumen de producción. La perspectiva tradicional es tratar el volumen en términos del muy establecido principio de la **economía de escala**, el cual define una relación en donde el costo promedio de elaborar un producto se reduce conforme aumenta su volumen de fabricación. En términos de la economía de escala, la cantidad del producto debe aumentar siempre que los aumentos en el volumen disminuyan el costo promedio por unidad fabricada. La economía de escala es el resultado de eficiencias generadas por la especialización de los procesos, la fuerza de trabajo, la utilización del activo fijo, economías en las adquisiciones y una menor necesidad de preparaciones en el proceso.

La economía de escala es muy importante cuando se utiliza maquinaria con un alto costo fijo para convertir la materia prima en productos terminados. Algunos ejemplos son las industrias del papel, el acero y de refinación. De hecho, algunas empresas procesadoras de petróleo han separado sus refinerías de su estructura de mercadotecnia en la cadena de suministro y se han posicionado como proveedores externos independientes. En tal caso, las refinerías pueden vender en el mercado abierto a todos los clientes potenciales y explotar por completo la ventaja de una economía de escala.

En las industrias sensibles al volumen, una alta inversión de capital acoplada con un alto costo de preparación tiende a estimular series de producción muy grandes. En términos de apoyo

logístico, dos consideraciones relacionadas con el volumen afectan el diseño de una cadena de suministro. Primero, la logística de la cadena de suministro debe atender el número de veces que se fabrica un producto durante un periodo planeado. Esta frecuencia de fabricación tiene un impacto directo en los requerimientos logísticos internos y externos. Segundo, la cantidad o el tamaño de un lote normal de fabricación determinan el volumen posterior que debe manejar y almacenar una estructura logística de cadena de suministro.

Variedad

En contraste con las situaciones de fabricación dominadas por la escala, otras tecnologías de producción ofrecen flexibilidad. Estos procesos se caracterizan por series de productos relativamente frecuentes y una alta repetición de lotes pequeños. En contraste con la economía de escala, los procesos de fabricación cuyas características cambian rápidamente entre la elaboración de un producto a otro conservando la eficiencia, tienen una **economía de alcance**. Este concepto significa que un proceso de fabricación puede emplear diversas combinaciones de apoyo general, materiales, equipo y mano de obra para producir varios productos diferentes.

La variedad también se refiere al **rango** de variaciones de un producto que es posible fabricar mediante un proceso determinado. El rango puede ser el resultado de establecer una secuencia al dirigir los productos a través de una planta de fabricación, al igual que la utilización de equipo general, en vez de equipo especializado. El logro de una economía de alcance también se relaciona directamente con la velocidad y el costo de la preparación de un producto a otro. En términos de apoyo logístico, una alta variedad se traduce en lotes de fabricación relativamente pequeños, requerimientos flexibles de materiales y un rango amplio de resultados de productos. Una alta variedad de fabricación afecta directamente el tipo de servicios logísticos de transporte y almacenamiento requeridos para apoyar la fabricación flexible.

Restricciones

Todos los procesos de fabricación reflejan un equilibrio entre la economía de escala y la de alcance. El volumen y la variedad dirigen los requerimientos de apoyo logístico. Las restricciones interactúan con el volumen y la variedad para crear planes de fabricación realistas. Las tres principales restricciones que afectan las operaciones de fabricación son la **capacidad**, el **equipo** y la **instalación/preparación**. Cada una de estas restricciones impulsa un compromiso relacionado con las operaciones de fabricación ideales. Tal compromiso planeado en el contexto de las ventas predichas y las promociones programadas crea el plan de producción.

La capacidad, como su nombre lo indica, es una medida de cuánto producto se puede generar por unidad de tiempo. De particular interés es la capacidad comprobada de una empresa de producir con calidad. Mientras que una fábrica, proceso o máquina puede tener una capacidad específica, la medida relevante es la aptitud demostrada por una empresa para alcanzar y mantener un nivel específico de la calidad del resultado en un periodo predecible. Una medida de la capacidad de fabricación es la velocidad en la que un proceso particular alcanza una capacidad comprobada, dado un cambio no planeado en los requerimientos.¹² Dicha **escalabilidad** se consigue mediante una combinación de agilidad de fabricación, adquisición y logística.

Las restricciones de equipo tratan la flexibilidad relacionada con la utilización y el establecimiento de secuencia de uso de máquinas específicas para realizar diversas tareas de fabricación. La variedad que puede producir una fábrica está limitada por el rango de equipo disponible y por la secuencia de trabajo requerida. Sin embargo, algunas familias de máquinas incorporan requerimientos de fabricación y utilizan secuencias variables de trabajo con mayor facilidad que otras. En muchas situaciones, una máquina o una actividad específica de trabajo tienden a limitar o a funcionar como un cuello de botella en el proceso general de fabricación. Asimismo, la capacidad logística para incorporar diferentes esquemas de utilización de equipo puede servir para mejorar u obstaculizar la flexibilidad del proceso de fabricación. Los ejecutivos de la fabricación dedican bastante tiempo y recursos a eliminar los inconvenientes que limitan las operaciones. La estruc-

¹² Thomas G. Gunn, *21st Century Manufacturing*, Essex Junction, VT: OM NEO, 1992, capítulo 8.

tura para concentrar la atención administrativa se captura en la metodología de la **teoría de las restricciones**.¹³

Las restricciones de instalación/preparación se relacionan directamente con la necesidad de variedad. Un avance sustancial ha hecho posible en la administración de la manufactura acelerar el tiempo de preparación de los procesos y el tiempo requerido para alcanzar la capacidad comprobada. Mientras que alguna vez se requirieron muchas horas e incluso días para la preparación, en la actualidad las tareas se realizan en horas. Por ejemplo, las unidades modulares de fabricación, como los aspersores de pintura, se preparan y calibran fuera de línea y después se insertan listos para aplicar la pintura en las líneas de ensamblado. Por supuesto, todos los esfuerzos para aumentar la rapidez de la instalación/preparación dependen directamente del apoyo logístico de la cadena de suministro.

Tiempo de desarrollo

El tiempo de desarrollo de la fabricación mide el tiempo transcurrido entre la autorización de un pedido de trabajo para el taller y la terminación de todo el trabajo necesario para alcanzar el estado de producto listo para embarque. Cualquier proceso de fabricación específico consume tiempo operativo y entre operaciones.¹⁴

El **tiempo operativo** es la combinación de tiempo de instalación/preparación y de tiempo de funcionamiento o producción real. En cualquier situación de fabricación, entre más grande es la cantidad de tiempo de desarrollo total considerada para la producción real, el proceso de conversión es inherentemente más eficiente. El tiempo operativo eficiente debe servir para compensar los problemas analizados antes en relación con el volumen y la variedad.

Los procesos de fabricación también encuentran retrasos inesperados o **tiempo entre operaciones**. Durante los períodos en que un proceso, una línea o una máquina están inactivos debido a una cola, una espera, una interrupción o una falla en el apoyo logístico, hay un impacto negativo en la eficiencia de la fabricación. Todas las formas de retrasos inesperados representan cuellos de botella. Por ejemplo, se estima que entre 75 y 95% de todos los retrasos no productivos son resultado de colas no planificadas en los procesos de fabricación.¹⁵ Es evidente que casi todos los administradores toleran muy pocos o ningún retraso inesperado en la producción que sea resultado del arribo tardío o malas condiciones de materiales o componentes importantes. El retraso logístico por parte de un proveedor que proporciona piezas o materiales puede impedir que la fabricación cumpla la producción planificada. El desempeño del tiempo de preparación afecta directamente el impacto estratégico de una empresa. Como regla general, las empresas que comprimen los tiempos de fabricación y controlan o eliminan las variaciones inesperadas en el desempeño, exhiben una mayor flexibilidad para atender los requerimientos del cliente, al mismo tiempo que disfrutan de una fabricación de bajo costo.

Los compromisos de las operaciones logísticas para apoyar la fabricación pueden afectar la eficiencia operativa de diversas maneras. Los beneficios potenciales del poder de marca se basan en los registros de una empresa relacionados con atender oportunamente los requerimientos de un cliente desde el pedido hasta la entrega. Las eficiencias del tamaño de los lotes relacionadas con la frecuencia y la repetición de la manufactura dependen de un apoyo logístico confiable. La decisión de producir grandes lotes de fabricación crea directamente la necesidad de apoyo logístico. La economía de escala impulsa el desempeño sobresaliente de la adquisición y una inversión promedio en el inventario por toda la cadena de suministro. La decisión para concentrarse en la variedad de la fabricación afecta los requerimientos logísticos al agregar la complejidad de las preparaciones frecuentes. El desempeño logístico es también una variable importante en la administración de las restricciones, las cuales pueden crearse o resolverse con base en la flexibilidad logística. Por último, la logística es fundamental para lograr el tiempo de desarrollo de la fabrica-

¹³ Consulte los orígenes de esta lógica en Eliyahu M. Goldratt y J. Cox, *The Goal*, Croton on Hudson, NY: North River Press, 1984; y Eliyahu M. Goldratt y Robert E. Fox, *The Race*, Croton on Hudson, NY: North River Press, 1986.

¹⁴ Steven A. Melnyk y R. T. Christensen, *Back to Basics: Your Guide to Manufacturing Excellence*, Boca Raton: St. Lucie Press, 2000, pp. 15-17.

¹⁵ *Ibid.*, p. 17.

ción. En particular, una falla logística puede aumentar el tiempo de desarrollo de la fabricación al introducir retrasos inesperados.

La logística, al igual que todos los otros factores que afectan la predicción del desempeño de la fabricación, sirve para crear una incertidumbre que, a su vez, exige un inventario. Por lo que se requieren existencias de seguridad del inventario cuando la oportunidad de la demanda del cliente sobrepasa la capacidad de una empresa o un proveedor para entregar el surtido correcto de productos, en el lugar correcto y en el momento correcto.

Estrategias de fabricación

La naturaleza única de cada proceso de fabricación y de los requerimientos del cliente limita el rango práctico de estrategias alternas de fabricación. El rango estratégico de la fabricación está limitado por las fuerzas tecnológicas y de mercadotecnia. Las prácticas de mercadotecnia en vigor sirven para basar la estrategia de fabricación en términos de la aceptabilidad del cliente. La tecnología impulsa la estrategia hacia un modelo competitivo de fabricación. Por ejemplo, un fabricante que tiene un proceso dominado por la economía de escala puede desear un mejoramiento en la flexibilidad del proceso. Sin embargo, lo normal es que requiera una inversión significativa para aumentar la frecuencia y la repetición.

Con el tiempo, la naturaleza cambiante del mercado y la tecnología disponible sirve para alterar la posición estratégica de una empresa. Por ejemplo, considere la industria del acero, la cual durante largo tiempo fue dominada por procesos que dependían mucho de la economía de escala. Los años recientes han presenciado la aceptación en el mercado de una amplia variedad de materiales nuevos basados en el acero, combinada con servicios de valor agregado. El Centro de Servicio del Acero en Estados Unidos introdujo el aplazamiento en el corte y en su distribución como un modo para aumentar la atención del cliente. La naturaleza de la producción básica del acero también ha sufrido un cambio notable. Se han perfeccionado nuevos métodos de procesamiento que reducen la antigua dependencia en los procesos de fabricación de escala alta. El impacto combinado de estos cambios en el mercado y en el proceso, ha modificado la posición estratégica de los productores de acero.

Concurrencia de la estrategia de fabricación y los requerimientos del mercado

En el capítulo 3 se clasificaron las estrategias más comunes de mercadotecnia como masiva, segmentada y concentrada, o de uno a uno. En parte, estas estrategias se diferencian en términos del grado deseado de atención del producto y el servicio. La mercadotecnia masiva requiere una diferenciación limitada producto/servicio. En contraste, la estrategia de mercadotecnia uno a uno desarrolla ofertas de productos/servicios personalizados o únicos para cada cliente. La posición de la mercadotecnia estratégica de una empresa relacionada con la flexibilidad y la agilidad para atender los requerimientos específicos de un cliente se relaciona directamente con la capacidad de fabricación. En un grado importante, la capacidad de fabricación de una empresa impulsa el rango factible de una estrategia de mercadotecnia eficaz. Para que una empresa de fabricación compita de manera eficiente, debe poder integrar la capacidad de fabricación en una propuesta significativa de valor de la mercadotecnia.

Estrategias alternas de fabricación

Las estrategias de fabricación más comunes son **fabricación según planeación (make-to-plan, MTP)**, **fabricación sobre pedido (make-to-order, MTO)** y **de montaje a pedido (assemble-to-order, ATO)**. La MTP también se conoce como **fabricación para existencias (make-to-stock, MTS)**.

Como regla general, las estrategias MTP son características de las industrias que explotan una economía de escala obtenida a partir de series de producción extensas. Se suele fabricar un inventario significativo de artículos terminados en previsión de los requerimientos futuros del cliente. El requerimiento logístico para apoyar la MTP es la capacidad de almacenamiento para guardar el producto terminado y para facilitar que el surtido de productos cumpla los requerimientos específicos del cliente. Cuando se introduce la fabricación flexible para acelerar el cambio, los lotes del inventario producido suelen ser cantidades más pequeñas. Sin embargo, todavía se requieren los almacenes para uso temporal y para facilitar la clasificación de los productos.

En contraste, las estrategias de fabricación de la MTO buscan fabricar lo especificado por el cliente. Aunque la MTO no puede ser tan limitada como el taller tradicional, se producen cantidades

y configuraciones exactas en cantidades relativamente pequeñas. Puede requerirse una capacidad logística para almacenamiento temporal y para lograr la consolidación de transporte hacia el exterior, pero casi todos los productos producidos en un ambiente MTO se embarcan directo al cliente.

En las situaciones ATO, se fabrican los componentes y los productos básicos en previsión de los pedidos futuros del cliente; sin embargo, los productos no se ensamblan o personalizan hasta recibir el pedido de un cliente. Este ensamblado final refleja la implementación del principio de aplazamiento de fabricación o de forma. La necesidad de una capacidad logística es fundamental en las operaciones ATO. De hecho, en los almacenes logísticos de una cadena de suministro se realiza una mayor cantidad de finalización de productos ATO. El atractivo de una estrategia de fabricación de montaje a pedido es que puede combinar algunas facetas de la economía de escala típica de la MTP con cierto grado de flexibilidad característico de la MTO. La implementación completa de una estrategia ATO requiere integrar las operaciones del almacén en el proceso de creación de valor para realizar las operaciones de personalización y ensamblado.

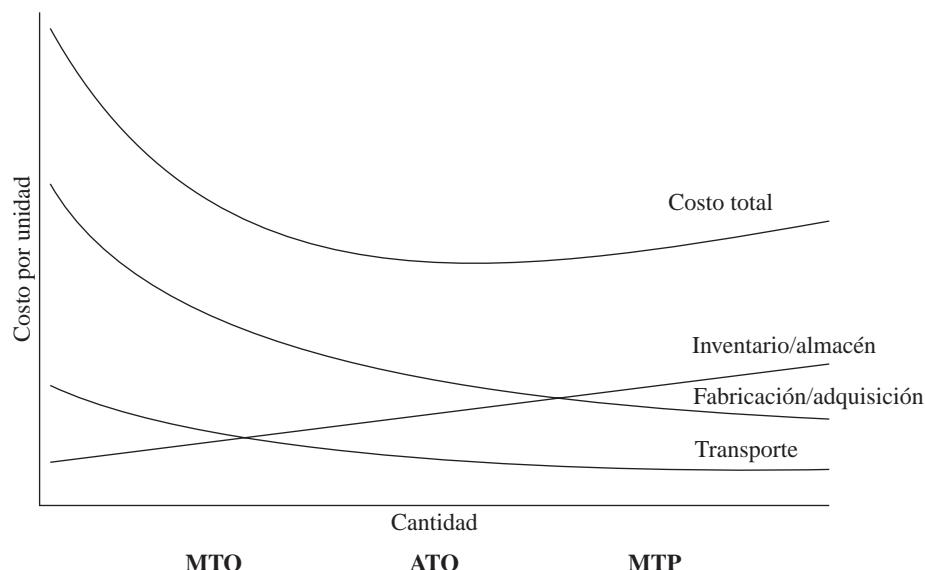
Costo total de fabricación

Las estrategias de mercadotecnia y fabricación de una empresa dirigen los requerimientos logísticos del servicio. Por ejemplo, las estrategias de fabricación MTO suelen requerir menos inventario de artículos terminados que las estrategias MTP y ATO. Sin embargo, las estrategias MTO normalmente requieren un componente de inventario significativo y pueden provocar un costo alto en la atención del cliente. Ante estos compromisos, el diseño de un sistema de apoyo logístico debe basarse en el **costo total de fabricación (Total Cost of Marketing, TCM)**.

El costo total de fabricación consiste en la producción/adquisición, el inventario/almacenamiento y el transporte. Todos los costos anteriores son afectados por la estrategia de fabricación. Por eso, el TCM representa la base para formular una estrategia de atención del cliente. La figura 4.3 representa un modelo generalizado del TCM **por unidad** que va por las alternativas estratégicas de MTO a ATO a MTP. Naturalmente, las relaciones de costos exactas dependerán de los elementos específicos relacionados con las situaciones empresariales individuales. El objetivo de diseño es identificar la estrategia de fabricación que se ajuste mejor a la oportunidad de mercadotecnia presente.

En la figura 4.3, el costo de fabricación y adquisición por unidad disminuye conforme aumenta la cantidad, lo cual refleja la economía de escala asociada con la MTP. Aumentan los costos de inventario y de almacenamiento, lo cual refleja el impacto de los lotes de fabricación más grandes. El costo de transporte por unidad disminuye como resultado de la consolidación de los embarques. En contraste, las estrategias MTO reflejan costos altos de fabricación y de adquisición por unidad los cuales son en parte, compensados por costos más bajos de inventario y almacenamiento. En la estrategia MTO es más alto el costo de transporte por unidad, lo cual refleja embarques pequeños

FIGURA 4.3
El costo total de fabricación



y/o transportes de primera calidad. El valor de la figura 4.3 generaliza las relaciones y visualiza los compromisos importantes entre las funciones. El TCM es el resultado de la integración funcional de la fabricación, la adquisición y la logística. Desde la perspectiva de una administración integrada es importante para las empresas fabricantes diseñar una estrategia de cadena de suministro que obtenga el costo total más bajo de fabricación a través de todo el proceso.

Interfaces logísticas

La coordinación eficiente y efectiva de la estrategia de fabricación con la adquisición de materiales y componentes, a fin de cuentas, depende de la logística. Los recursos deben adquirirse y posicionarse según se requieran para apoyar las operaciones de fabricación. Ya sea que la estrategia de fabricación sea MTO, ATO o MTP, la logística vincula a los proveedores y a los clientes con los procesos de fabricación. Es evidente que entre menos contratiempos tenga la interfaz, es mejor la oportunidad de lograr los costos totales de propiedad y de fabricación más bajos. Tales operaciones sólo emergen cuando existe una integración de proveedores de alto nivel en las operaciones y el diseño. Los métodos justo a tiempo, de planeación de los requerimientos de materiales, y el diseño para la logística representan tres opciones para alcanzar la coordinación deseada.

Justo a tiempo

Las técnicas **justo a tiempo (Just-in-Time, JIT)** han recibido bastante atención y análisis en los años recientes en todas las áreas relacionadas con la administración de la cadena de suministro. A veces denominada producción justo a tiempo, también llamada compras justo a tiempo, y sobre todo entrega justo a tiempo, la meta JIT es establecer tiempos para las actividades de modo que los materiales y los componentes adquiridos lleguen al punto de fabricación o ensamblado justo en el momento en que se requieren para el proceso de transformación. Lo ideal es minimizar los inventarios de materias primas y trabajo en proceso como resultado de reducir o eliminar las existencias de reserva. La clave para las operaciones JIT es que la demanda de componentes y materiales depende del programa de producción finalizado. Los requerimientos pueden ser determinados al concentrarse en el producto acabado que se fabrica. Una vez establecido el programa de producción, la llegada justo a tiempo de los componentes y materiales puede planificarse para coincidir con la de los requerimientos, lo cual produce una reducción en el manejo y un mínimo de inventarios.

Las implicaciones de JIT son numerosas. Es obvio que se requiere tratar con proveedores con niveles de calidad altos y regulares, debido a que sus componentes se incluyen directamente en el producto terminado. Se requiere un desempeño logístico absolutamente confiable y esto elimina, o cuando menos reduce, la necesidad de tener una reserva de existencias. En JIT se suelen requerir entregas más frecuentes de cantidades más pequeñas de los artículos adquiridos, lo cual puede requerir que se modifique el transporte hacia el interior. Es evidente que para que JIT funcione, deben existir una cooperación y una comunicación muy estrechas entre la organización de compras del fabricante y los proveedores. En las operaciones JIT, las compañías intentan aprovechar los beneficios de una integración vertical hacia atrás, pero evitar el compromiso formal de propiedad. Logran muchos de los mismos fines a través de una coordinación y una integración de procesos con los proveedores.

Al principio, se aplicaban técnicas JIT a procesos de fabricación definidos como MTP, porque el funcionamiento eficaz del sistema depende de un programa de producción finalizado. Sin embargo, conforme las estrategias de fabricación han evolucionado con más énfasis en la flexibilidad, en cantidades de producción reducidas y en preparaciones rápidas, los conceptos JIT han evolucionado para también atender la fabricación ATO y MTO. En muchas situaciones, los fabricantes emplean proveedores destacados para clasificar, dividir y poner en secuencia los materiales en su flujo hacia las operaciones de ensamblado. La meta es reducir el manejo y facilitar operaciones JIT continuas.

Algunas organizaciones, al observar los beneficios de los sistemas JIT y reconocer los beneficios de la integración de proveedores, han llegado incluso a ubicar personal de los proveedores en sus plantas de producción. El personal del proveedor está autorizado para utilizar los pedidos de

compra del cliente, tiene completo acceso a los programas de producción y tiene la responsabilidad de programar la llegada de los materiales. Originalmente introducido por Bose Corporation, el término **JIT II** se ha aplicado a estos esfuerzos para reducir los tiempos de desarrollo y el costo.

Planeación de los requerimientos

En las organizaciones de fabricación complejas se suele emplear un proceso conocido como **planeación de los requerimientos de materiales (Materials Requirements Planning, MRP)** como ayuda para la interfaz entre el comprador y el proveedor. Los sistemas MRP pretenden obtener beneficios similares a los de JIT, minimizar el inventario, mantener una alta utilización de la capacidad de fabricación, y coordinar la entrega con las actividades de adquisición y fabricación. La implementación de sistemas MRP, la cual se analiza en los capítulos 6 y 11, requiere un alto grado de sofisticación tecnológica. Las aplicaciones de software, referidas a sistemas avanzados de planeación y programación, abordan la complejidad de la información requerida, tales como los tiempos de desarrollo, las cantidades disponibles y los pedidos, y la capacidad de las máquinas para literalmente mover miles de materiales a través de numerosos lugares de fabricación.

Diseño para la logística

La interfaz de la logística con la adquisición y la fabricación, al igual que con la ingeniería y la mercadotecnia, mejora mucho al incorporar un concepto conocido como **diseño para la logística** en las fases iniciales del desarrollo de un producto. Recuerde que los objetivos JIT y MRP son minimizar los inventarios y el manejo al tener los materiales y los componentes preparados para el ensamblado o la transformación cuando se necesitan. El modo en que un producto se diseña y el diseño de los componentes y materiales mismos tiene un enorme impacto en este proceso. En particular, es necesario incorporar en el proceso de diseño los requerimientos de empacado y de transporte de productos. Por ejemplo, si los componentes que llegan están empacados en contenedores con una cantidad estándar de 50 unidades pero sólo se requieren 30 para cumplir los requerimientos de producción, ocurrirá un desperdicio. Además, el diseño de productos y componentes debe considerar el transporte y los métodos internos de manejo de materiales para asegurar que se alcance un desempeño logístico con un costo eficiente y sin daños. Deben hacerse consideraciones de diseño similares para el producto terminado.

La tabla 4.1 resume la relación crítica entre los requerimientos para la atención del cliente, la fabricación/adquisición y la logística. El sistema es útil al posicionar el modo en que fluyen los requerimientos logísticos desde las estrategias de atención al cliente, fabricación y adquisición.

TABLA 4.1 Un sistema de integración estratégica

Atención del cliente	Fabricación	Adquisición	Logística
Se concentra en:	Fabricación sobre pedido (MTO):	B2B	Cumplimiento directo:
Estrategias uno a uno	Variedad máxima	Cantidades discretas	Aplazamiento
Ofertas únicas de productos/servicios	Configuración única	Inventario administrado por el proveedor	Embarque pequeño
Basada en la respuesta	Fabricación flexible Variedad alta		Aplazamiento de forma y tiempo:
Segments:	Del montaje al pedido (ATO):	B2B	Almacén ATO
Tamaño limitado	Variedad amplia	JIT	Combinación directa y cumplimiento del almacén
Grupos de clientes	Preparación rápida		Embarque consolidado
Productos diferenciados	Personalización del producto		
Respuesta combinada y predictiva	Variedad y volumen altos		
Mercadotecnia masiva:	Fabricación según planeación (MTP):	B2B	Cumplimiento del almacén:
Predictiva	Series de producción extensas	Mercancía	Estrategia de existencias completas
Poca diferenciación de productos	Atención en el costo bajo	Subasta	Combinación de procesos
	Volumen alto/variedad baja	Adquisición electrónica	Embarque de volumen

Resumen

Administrar la logística en la cadena de suministro requiere una interfaz entre las estrategias de logística, adquisición y fabricación.

Un interés principal de la adquisición y la fabricación es la calidad del producto, un prerrequisito para cualquier empresa que pretende ser un competidor global. De hecho, la calidad del producto tiene varias dimensiones diferentes. Puede significar confiabilidad, durabilidad, desempeño del producto y conformidad con las especificaciones de diseño. Desde la perspectiva del cliente también puede incluir las características del producto, la estética y la facilidad de servicio. En un esfuerzo por alcanzar la calidad desde la perspectiva de sus clientes, las compañías de clase mundial han implementado programas de administración de la calidad total en todas sus actividades.

La adquisición en una organización tiene la responsabilidad de obtener los elementos requeridos para apoyar las operaciones de fabricación. La atención se centra en varias dimensiones, intenta mantener un suministro continuo, minimizar los tiempos de preparación de los proveedores y el inventario de materiales y componentes, y desarrollar proveedores capaces de ayudar a la organización a lograr metas operativas. Los profesionales de la adquisición se han concentrado en el costo total de propiedad y no sólo en el precio de compra. Esto requiere un análisis cuidadoso de las ventajas y desventajas entre el precio de compra, los servicios y la capacidad logística del proveedor, la calidad del material y el modo en que el material afecta los costos durante el ciclo de vida del producto terminado.

Las estrategias de adquisición requieren consolidar los volúmenes de compras en un número más pequeño de proveedores confiables. Tales estrategias incluyen esfuerzos para integrar las operaciones del proveedor y el comprador con el fin de alcanzar un mejor desempeño general con un costo más bajo. La integración de un proveedor en el diseño de un producto nuevo representa una estrategia importante para reducir el costo total de propiedad.

En los capítulos 3 y 4, se han analizado consideraciones estratégicas relacionadas con la atención del cliente, la adquisición y la fabricación en términos de su impacto combinado sobre los requerimientos logísticos. Se identificaron varios compromisos importantes. El punto fundamental es que no es probable que la optimización aislada de cualquier área funcional específica produzca un desempeño integrado si no considera el impacto entre las funciones y los requerimientos. El capítulo 6 se concentra en la información tecnológica.

Preguntas desafiantes

1. En un ejemplo con televisores, ¿cómo pueden tres marcas distintas ser percibidas por clientes diferentes como la de mejor calidad en el mercado?
2. ¿Cuál es la diferencia del punto de vista contemporáneo de la adquisición como una actividad estratégica y el punto de vista más tradicional de “compras”?
3. ¿Cómo contribuye la adquisición estratégica a la calidad de los productos generados por una organización de fabricación?
4. Explique la razón fundamental para la consolidación de volumen. ¿Cuáles son los riesgos asociados con utilizar un solo proveedor para un artículo?
5. ¿Cuál es la diferencia del TCO más bajo y el precio de compra más bajo?
6. ¿Cuál es la razón fundamental implícita que explica por qué las empresas deben segmentar sus requerimientos de compras?
7. Explique el modo en que las restricciones en la fabricación se relacionan con las decisiones de una empresa acerca del volumen y la variedad.
8. ¿Por qué tienden a aumentar el costo de fabricación y de adquisición de una compañía cuando la empresa cambia de una estrategia MTP a una MTO? ¿Por qué tienden a disminuir los costos del inventario?
9. ¿Cómo afecta la estrategia de mercadotecnia de una empresa sus decisiones relacionadas con la estrategia de fabricación adecuada?
10. Explique por qué el desempeño logístico es fundamental para los sistemas JIT.

Sistemas basados en tecnología de información

Funcionalidad de un sistema de información

Integración de un sistema de información completo

ERP o sistemas heredados

Sistemas de comunicación

Sistemas de ejecución

Sistemas de planeación

Tecnologías de comunicación

Código de barras y lectores

Sincronización de datos globales

Internet

Lenguaje de Mercado Extensible (XML)

Satélite

Procesamiento de imágenes

Razón fundamental para la implementación de ERP

Consistencia

Economías de escala

Integración

Diseño de un sistema ERP

Diseño de un sistema de información de la cadena de suministro

Planeación /Coordinación

Operaciones

Desempeño y administración del inventario

Resumen

Los sistemas de información de la cadena de suministro inician actividades y dan seguimiento a la información relacionada con los procesos, facilitan compartir información dentro de la empresa y entre los participantes de la cadena de suministro, y asisten en la toma de decisiones administrativas. Este capítulo describe ampliamente los sistemas de información como una combinación de redes de comunicación y sistemas de transacciones. Primero, se comienza con una descripción general de las numerosas funciones que desempeñan los sistemas de información de la cadena de suministro en la administración empresarial. Segundo, el capítulo detalla los componentes principales de un sistema de información integrado de la cadena de suministro. Tercero, se revisa la tecnología de comunicación para la logística y las operaciones e integración de la cadena de suministro. Cuarto, se expone la razón logística fundamental para implementar sistemas de planeación

de los recursos de la empresa (Enterprise Resource Planning, ERP) y se describen sus elementos principales. Por último, el capítulo refiere los componentes más importantes de los sistemas de la cadena de suministro, incluyendo la planeación/coordinación, de operaciones y el desempeño del inventario. Todos los componentes de los sistemas deben estar integrados para proporcionar la funcionalidad completa para el análisis, inicio de operaciones, vigilancia y obtención de resultados de las operaciones de la cadena de suministro.

Funcionalidad de un sistema de información

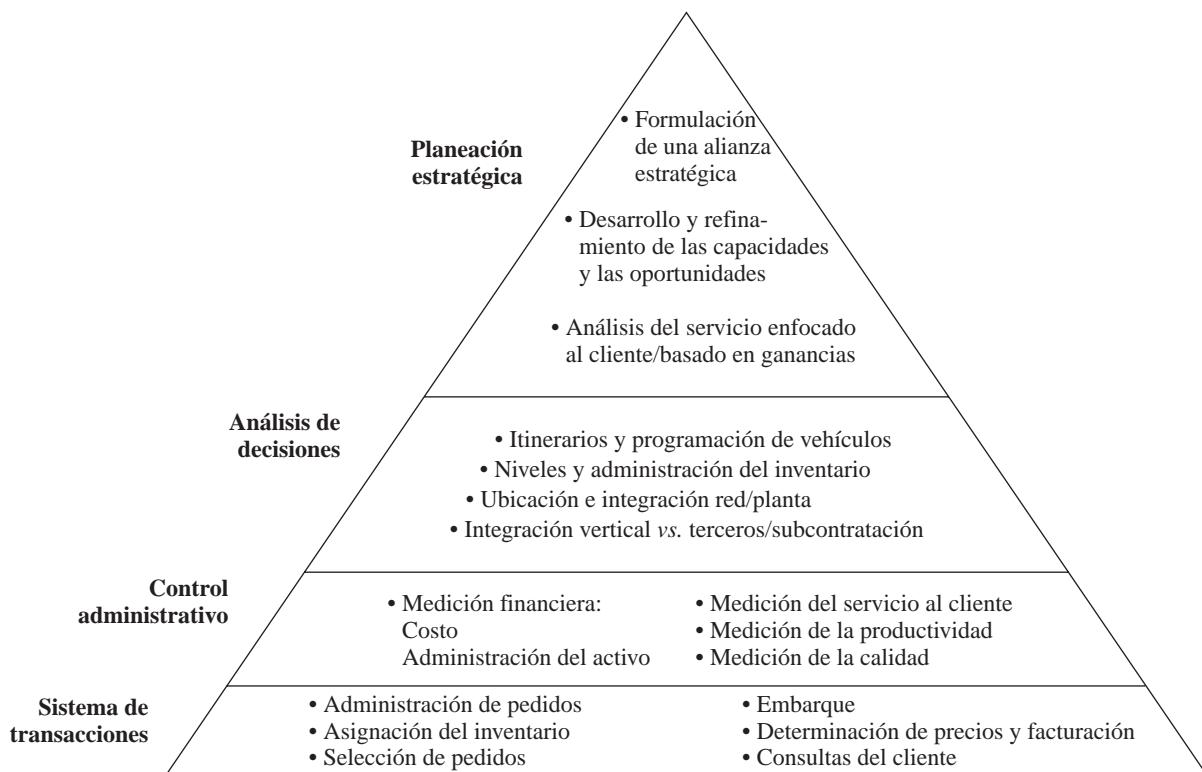
Desde su inicio, la logística se concentró en el almacenamiento y en el flujo de los productos por toda la cadena de suministro. El flujo y la exactitud de la información a menudo eran pasados por alto porque no se consideraban fundamentales para los clientes. Además, las velocidades de transferencia de la información estaban limitadas a procesos manuales. Existen cuatro razones por las que la información oportuna y precisa se ha vuelto fundamental en el diseño y en las operaciones de un sistema logístico. En primer lugar porque los clientes creen que la información acerca del estado de un pedido, la disponibilidad de un producto, el seguimiento de las entregas y la facturación, son una medida de atención al cliente. Los clientes exigen información en tiempo real. Segundo, con el objetivo de reducir el activo total de la cadena de suministro, los administradores comprenden que la información puede ser utilizada para reducir los requerimientos de inventario y de recursos humanos. En particular, una planeación de requerimientos basada en información, actualmente puede reducir el inventario para minimizar la incertidumbre en la demanda. Tercero, la información aumenta la flexibilidad acerca de cómo, cuándo y dónde pueden ser utilizados los recursos para obtener una ventaja estratégica. Cuarto, el mejoramiento en la transferencia y el intercambio de información a través de Internet facilita la colaboración y redefine las relaciones de una cadena de suministro.

Los **sistemas de información de la cadena de suministro** (**Supply chain information systems, SCIS**) son el hilo que vincula las actividades logísticas en un proceso integrado. La integración se desarrolla en cuatro niveles de funcionalidad: 1) los sistemas de transacciones, 2) el control administrativo, 3) el análisis de decisiones y 4) la planeación estratégica. La figura 5.1 presenta las actividades y las decisiones logísticas en cada nivel de funcionalidad de la información. Tal como lo sugiere la forma piramidal, el control de la administración, el análisis de decisiones y el mejoramiento en la planeación estratégica requieren un sistema de transacciones con bases firmes.

Un **sistema de transacciones** se caracteriza por reglas, procedimientos, y comunicaciones estandarizadas y formales; un gran volumen de transacciones, y una atención operativa día a día. La combinación de procesos estructurados y la existencia de un gran volumen de transacciones ponen mayor énfasis en la eficiencia del sistema de información. En el nivel más básico, los sistemas de transacciones inician y registran actividades y funciones logísticas individuales. Entre las funciones comunes de las transacciones están la recepción de pedidos, la asignación del inventario, la selección de pedidos, los embarques, la determinación de precios, la facturación y las consultas de los clientes. Por ejemplo, una transacción de introducción de un pedido del cliente inicia una solicitud de productos en el sistema de información. Esta misma transacción inicia una segunda fase cuando se asigna inventario para el pedido. Después se genera una tercera transacción para dirigir las operaciones del almacén con el fin de acumular el pedido. Una cuarta transacción comienza el embarque del pedido al cliente. La transacción final crea la factura correspondiente y las cuentas por cobrar. Durante el proceso, la empresa y el cliente esperan que la información relacionada con el estado del pedido esté disponible en tiempo real. Por lo tanto, el ciclo de desempeño del pedido del cliente se completa mediante una serie de transacciones propias del sistema de información.¹

El segundo nivel de un SCIS, el **control administrativo**, se concentra en la medición del desempeño y la generación de informes. La medición del desempeño es necesaria para tener información sobre el desempeño de la cadena de suministro y la utilización de los recursos. Entre las dimensiones de desempeño comunes están el costo, el servicio al cliente, la productividad, la calidad

¹Consulte en el capítulo 2 un repaso de la estructura y la dinámica del ciclo del desempeño.

FIGURA 5.1 Las funciones de la información

y las medidas de administración del activo. Por ejemplo, las medidas de desempeño específicas son el costo del transporte y almacenamiento, la rotación del inventario, la tasa de abastecimiento, el desempeño de mano de obra por hora y la percepción del servicio al cliente.

Si bien es necesario que un SCIS informe acerca del desempeño histórico del sistema, también lo es que el sistema identifique las excepciones operativas. La información de excepciones es útil para destacar clientes potenciales o problemas operativos. Por ejemplo, un SCIS proactivo debe ser capaz de identificar la escasez futura en el inventario con base en los requerimientos pronosticados o en el inventario planeado. Los informes de excepciones también deben identificar las posibles restricciones de transporte, almacenamiento o mano de obra. Aun cuando algunas medidas de control, como el costo, están bien definidas, otras, como el servicio y la calidad, son menos específicas. Por ejemplo, el servicio al cliente se puede medir de manera interna, desde la perspectiva de la empresa, o externa, desde la perspectiva del cliente. Aunque las medidas internas son relativamente fáciles de seguir, es más difícil obtener información de las medidas externas porque se relacionan con el cliente.

El tercer nivel de un SCIS, el **análisis de decisiones**, se concentra en los recursos de software que ayudan a los administradores a identificar, evaluar y comparar las alternativas estratégicas y tácticas para mejorar la eficacia. Algunos análisis normales incluyen el diseño de la cadena de suministro, la administración del inventario, la asignación de recursos, los itinerarios y la rentabilidad de los segmentos. Lo ideal es que el análisis de decisiones del SCIS incluya el mantenimiento, el modelado, el análisis y la preparación de informes de la base de datos. Igual que el control administrativo, el análisis de decisiones puede incluir consideraciones operativas como los itinerarios de los vehículos y la planeación del almacén. El análisis de decisiones también sirve para administrar las relaciones con el cliente al determinar las ventajas y desventajas asociadas con tener clientes satisfechos y exitosos.

La **planeación estratégica**, el nivel final del SCIS, organiza y sintetiza los datos de transacciones en una base de datos relacional que ayuda a evaluar diversas estrategias. En esencia, la planeación estratégica se concentra en la información para evaluar y refinar una cadena de suministro y la estrategia logística. Los ejemplos de planeación estratégica incluyen el deseo de consolidar

FIGURA 5.2 Características de decisión y justificación para la utilización de un SCIS

alianzas estratégicas, desarrollar y refinar capacidades de fabricación y oportunidades relacionadas con la sensibilidad de los clientes.

La forma relativa de la figura 5.2 ilustra las características de desarrollo y la justificación de un SCIS. Entre los costos de desarrollo y mantenimiento están el hardware, el software, las comunicaciones y los recursos humanos. En el pasado, casi todo el desarrollo de sistemas se concentraba en mejorar la eficiencia del sistema de transacciones. Aunque estas inversiones originalmente ofrecían ganancias en términos de velocidad y costos operativos más bajos, en la actualidad hay menos oportunidades de mejoramiento. Ahora casi todo el desarrollo y la implementación de un SCIS se concentran en mejorar la integración del sistema de la cadena de suministro y en una toma de decisiones más eficaz.

Integración de un sistema de información completo

Un SCIS integral inicia, vigila, ayuda en la toma de decisiones y genera los informes sobre las actividades requeridas para completar las operaciones y la planeación logística. Los componentes principales del sistema son: 1) la planeación estratégica de recursos empresariales (ERP) o sistemas heredados 2) los sistemas de comunicación, 3) los sistemas de ejecución y 4) los sistemas de planeación. La figura 5.3 ilustra estos componentes y sus respectivas interfaces.

ERP o sistemas heredados

Los **ERP** o **sistemas heredados** de la figura 5.3 son la columna vertebral del sistema de información logística de la mayoría de las empresas. Esta columna vertebral conserva transacciones y procesos de los datos históricos y actuales para iniciar y vigilar el desempeño. Durante la década de 1990, muchas empresas comenzaron a reemplazar los sistemas heredados con sistemas ERP, diseñados como módulos de transacciones integrados con una base de datos común y uniforme. Los sistemas ERP facilitaban las operaciones integradas y generaban informes para iniciar, vigilar y dar

FIGURA 5.3
SCIS: Módulos integrados

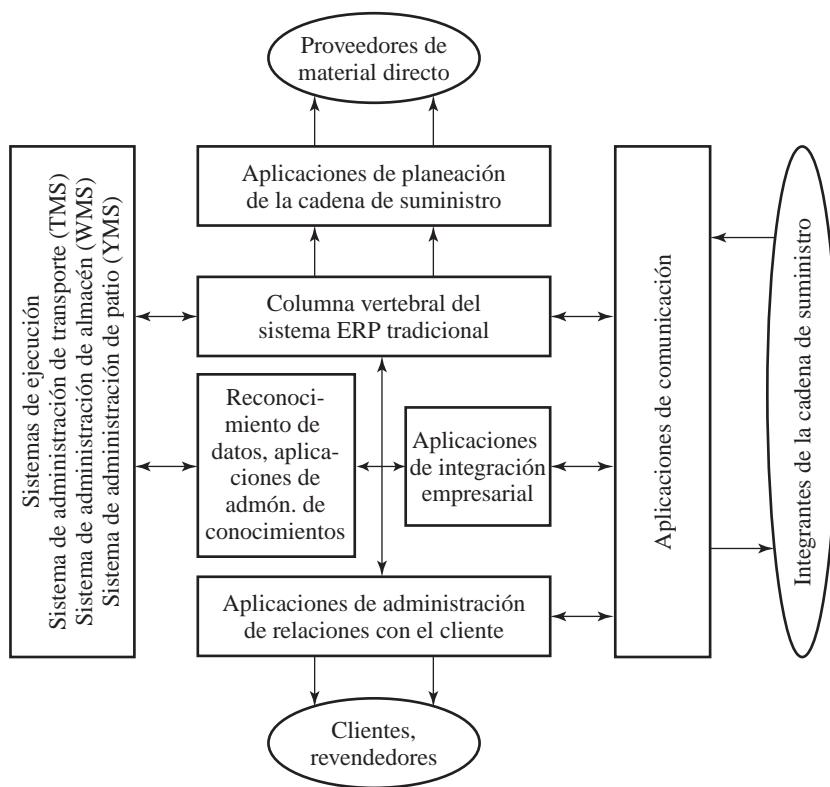


TABLA 5.1
Las capacidades de un sistema ERP

Normales	Avanzadas
Cuentas por pagar y cuentas por cobrar	Planeación en colaboración, predicción y reabasto
Libro mayor	Administración de relaciones con el cliente
Administración de recursos humanos	Administración de eventos de la cadena de suministro
Lista de materiales	Aplicaciones habilitadas en la Web
Control de inventario	Planeación y programación avanzadas
Itinerarios	
Administración de pedidos	
Planeación de requerimientos de un proyecto	
Sistemas de ejecución	

seguimiento a las actividades fundamentales, como el cumplimiento de los pedidos y el reabasto. Los sistemas ERP también incorporan una base de datos integrada de toda la corporación, también conocida como un almacenamiento de datos, junto con las transacciones adecuadas para facilitar la planeación y las operaciones logísticas de la cadena de suministro. Entre las transacciones de la cadena de suministro facilitadas por los sistemas ERP están la recepción y la administración de pedidos, la asignación del inventario y el embarque. Más allá de estas aplicaciones de la cadena de suministro, los sistemas ERP suelen incluir capacidades financieras, de contabilidad y de recursos humanos. La tabla 5.1 lista las capacidades tradicionales y las capacidades novedosas características de los sistemas ERP. La extracción de datos, el apoyo general de decisiones y otras aplicaciones de integración empresarial funcionan junto con la columna vertebral del ERP para desarrollar y organizar el conocimiento relacionado con los clientes, los productos y las operaciones.

Para facilitar la integración, los sistemas ERP comienzan incluyendo dos componentes adicionales al sistema: la planeación de la cadena de suministro (SCP) y la administración de las relaciones con el cliente (Customer Relationship Management, CRM), las cuales se observan en la figura 5.3. Los sistemas de planeación de la cadena de suministro apoyan las operaciones al

desarrollar predicciones y determinar los requerimientos de producción y de movimientos. El sistema CRM es una aplicación más reciente diseñada para permitir compartir la información entre los clientes, la fuerza de ventas y la administración de operaciones. La CRM proporciona a los representantes de ventas y a los clientes información actual relacionada con el historial de ventas, el historial de embarques, el estado de los pedidos, resúmenes promocionales e información de embarques. La información histórica actual, combinada con la información de desarrollo de productos, de determinación de precios y de promociones, permite a la CRM administrar mejor los pedidos de los clientes. Ese intercambio oportuno y preciso de información entre una empresa y sus clientes aumenta la probabilidad de que los planes de ventas y promociones de productos sean apoyados con el producto requerido.

Sistemas de comunicación

Los sistemas de comunicación facilitan el flujo de la información a través de la cadena de suministro. La figura 5.3 ilustra los componentes principales de comunicación requeridos para las operaciones de la cadena de suministro. La información logística consiste en datos en tiempo real acerca de las operaciones de la empresa y los materiales que llegan, la producción, el inventario, los embarques al cliente y los pedidos nuevos. Desde una perspectiva de la cadena de suministro, las empresas necesitan hacer los pedidos, los embarques y tener disponible información de la facturación para los proveedores, las instituciones financieras, los transportistas y los clientes. Los sistemas de comunicación se analizan con mayor detalle en la siguiente sección del capítulo.

Sistemas de ejecución

Los sistemas de ejecución empresarial funcionan junto con el ERP para proporcionar funciones específicas que apoyen las operaciones logísticas. Mientras que algunos sistemas ERP apoyan las funciones logísticas requeridas, otros no tienen la funcionalidad para facilitar las operaciones del almacén y el transporte. Entre los módulos del sistema de ejecución seleccionados están los sistemas de administración del transporte (Transportation Management System, TMS), de administración del almacén (Warehouse Management System, WMS) y de administración de patio (Yard Management System, YMS). Casi todos los sistemas de ejecución están “instalados” o integrados en el sistema ERP para facilitar el intercambio de datos. Además de facilitar las funciones normales de administración del almacén, como recepción, almacenamiento, embarque y automatización del almacén, el WMS tradicional incluye la preparación de informes administrativos, el apoyo para servicios de valor agregado y la capacidad de apoyo de decisiones. El TMS incluye los itinerarios, la acumulación de la carga, la consolidación y la administración de las actividades de la logística inversa, al igual que la programación y la documentación. El YMS registra el inventario en los vehículos guardados en los patios de la planta. Los capítulos sobre el transporte y el almacenamiento (capítulos 7 al 11) contienen un análisis más detallado de los sistemas de ejecución logísticos.

Sistemas de planeación

Los sistemas ERP en general no evalúan estrategias alternativas ni ayudan con la toma de decisiones. Los sistemas de planeación de la cadena de suministro, denominados sistemas de **planeación y programación avanzadas (Advanced Planning and Scheduling, APS)**, están diseñados para ayudar a evaluar las alternativas y determinar sugerencias en la toma de decisiones de la cadena de suministro. Existen sistemas sofisticados de planeación de la cadena que permiten evaluar alternativas complejas bajo estrechas restricciones en el tiempo de decisión. Las aplicaciones normales de planeación de la cadena de suministro incluyen programación de la producción, planeación de recursos del inventario y planeación de transporte. Mediante datos históricos y actuales, el software APS identifica y evalúa automáticamente los cursos de acción alternos y recomienda una solución dentro de las restricciones impuestas. Entre las restricciones normales están las limitaciones en la producción, la planta, el transporte, el inventario o las materias primas.

Los sistemas de planeación generalmente pueden agruparse en dos categorías: estratégicos y tácticos. Los sistemas de planeación estratégicos están diseñados para ayudar en realizar análisis donde existen muchas alternativas y se requieren datos fuera del rango del historial actual. Algunos ejemplos de las aplicaciones de planeación estratégica son los análisis estructurales y del diseño de la red de la cadena de suministro.

La planeación táctica se concentra en los problemas operativos, como las restricciones de recursos a corto plazo en la producción, la planta o la capacidad de los vehículos. El apoyo de información para la planeación táctica está disponible en el almacén de datos de la empresa. Los procesos de la planeación táctica evalúan los requerimientos del cliente e identifican la combinación operativa de la producción, el inventario, las plantas y el equipo que se puede utilizar dentro de las restricciones en cuanto a capacidad.

Tecnología de la comunicación

La tecnología para compartir información es fundamental para facilitar la planeación y las operaciones logísticas y de la cadena de suministro. Históricamente, ha sido difícil la coordinación logística porque el trabajo esencial suele efectuarse en lugares alejados del hardware. Como resultado, la información no estaba disponible en el lugar de trabajo en términos de tiempo y contenido. La década pasada presenció notables avances en la capacidad de los sistemas de comunicación logística, entre ellos los códigos de barras y sus respectivos lectores, la sincronización de datos globales, la Internet, el manejo de XML (extensible markup language), la tecnología satelital y el procesamiento de imágenes.

Código de barras y lectores

Los sistemas de autoidentificación (auto identification, ID) como los códigos de barras y la lectura electrónica se desarrollaron para facilitar la recopilación y el intercambio de información logística. Entre las aplicaciones normales están el seguimiento de los recibos del almacén y las ventas al menudeo. Estos sistemas ID requieren una importante inversión de capital, pero reemplazan los prolongados procesos de recopilación e intercambio de información realizados en papel, propensos a errores. De hecho, la mayor competencia local e internacional impulsa a los embarcadores, transportistas, almacenes, mayoristas y minoristas a desarrollar y utilizar opciones de auto ID para competir en el mercado actual.

La auto ID permite a los integrantes de una cadena de suministro registrar y comunicar con rapidez los detalles de movimientos con una alta precisión y oportunidad, de modo que se han convertido en un requerimiento de servicio fundamental para el seguimiento del flete por parte de los transportistas. Los consumidores y los clientes B2B esperan poder dar seguimiento al avance de su embarque mediante el sistema basado en Web que ofrecen transportistas como United Parcel Service y FedEx.

El **código de barras** es la colocación de códigos que puede leer una computadora sobre artículos, cajas de cartón, envases, tarimas e incluso vagones de ferrocarril. El desarrollo del código de barras y sus aplicaciones aumentan a gran velocidad. La tabla 5.2 resume los beneficios y las

TABLA 5.2
Los beneficios de las tecnologías de identificación automática

	Embarcadores	Almacenamiento
	Mejorar la preparación y el procesamiento de los pedidos	Mejor preparación, procesamiento y embarque de pedidos
	Eliminar errores de embarque	Control preciso del inventario
	Reducir el tiempo de mano de obra	Acceso del cliente a información en tiempo real
	Mejorar la conservación de registros	Consideraciones de acceso para la protección de la información
	Reducir el tiempo del inventario físico	Costos de mano de obra más bajos
	Transportistas	Mayoristas/Minoristas
	Integridad de información de la lista de flete	Precisión del inventario por unidades
	Acceso del cliente a información en tiempo real	Exactitud en el precio en el punto de venta
	Mejor mantenimiento de registros de la actividad de embarque	Mejor productividad en la comprobación de registros
	Posibilidad de dar seguimiento a un embarque	Reducción del tiempo del inventario físico
	Procesamiento simplificado de contenedores	Mayor flexibilidad del sistema
	Vigilar productos en los vehículos	
	Menor tiempo de transferencia de información	

oportunidades disponibles a través de las tecnologías de auto ID. Si bien los beneficios son obvios, todavía no está claro cuáles tecnologías serán adoptadas como los estándares en la industria. La estandarización y la flexibilidad son convenientes para atender las necesidades de una amplia variedad de industrias, pero también aumentan el costo, lo cual vuelve más difícil para los embarcadores, transportistas y para los receptores pequeños y medianos implementar tecnologías estandarizadas. Por último, aunque es probable una convergencia continua hacia estándares comunes, las encuestas indican que industrias selectas y embarcadores importantes seguirán utilizando códigos de propiedad para maximizar su posición competitiva.²

Otro elemento importante de la tecnología de auto ID es el proceso de lectura, el cual representa los ojos de un sistema de código de barras. Un escáner recolecta de manera óptica los datos de un código de barras y los convierte en información utilizable. Existen dos tipos de escáneres: manuales y fijos. Cada tipo puede utilizar tecnología con contacto o sin contacto. Los escáneres manuales son pistolas láser (sin contacto) o varitas digitalizadas (con contacto). Los escáneres fijos son automáticos (sin contacto) o lectores de tarjetas (con contacto). Las tecnologías de contacto requieren que el dispositivo lector toque el código de barras. Una tecnología de contacto reduce los errores de lectura, pero disminuye la flexibilidad. La tecnología de pistolas láser es la más popular en la actualidad y está reemplazando a las varitas digitalizadas como la tecnología instalada en más lugares.

La tecnología del escáner tiene dos aplicaciones importantes en la logística. La primera son los puntos de venta (point-of-sale, POS) en las tiendas minoristas. Además de señalar lo que se entrega a los clientes, las aplicaciones POS para minoristas proporcionan un control preciso del inventario a nivel de tienda. Los POS permiten un seguimiento preciso de cada unidad en existencias (stockkeeping unit, SKU) vendida y pueden ser utilizados para facilitar el reabasto del inventario. Además de proporcionar datos de investigación de mercados y reabasto precisos, los POS aportan más beneficios estratégicos para todos los integrantes del canal.

La segunda aplicación logística del escáner es para el manejo y el seguimiento de materiales. Al utilizar pistolas con escáner, quienes manejan materiales pueden seguir el movimiento de productos, las ubicaciones de almacenamiento, los embarques y las recepciones. Si bien esta información se puede detectar de manera manual, consume mucho tiempo y está sujeta a errores. La cada vez más extendida utilización de escáneres en las aplicaciones logísticas aumenta la productividad y reduce los errores. La demanda de una tecnología de lectura más rápida y menos propensa a los errores impulsa cambios rápidos en el mercado de las aplicaciones y la tecnología.

Sincronización de datos globales

Si bien el teléfono, el fax y la conexión directa por computadora permitieron en el pasado el intercambio de información, EDI e Internet se han convertido en los estándares dedicados al intercambio de información más preciso y de bajo costo. EDI se define como el intercambio directo de computadora a computadora de documentos empresariales en formatos estándar para facilitar transacciones de alto volumen. Implica la capacidad y la práctica de comunicar información entre dos organizaciones de manera electrónica, y no a través de las formas tradicionales de correo, mensajería o fax.

Los estándares de comunicación y de información son esenciales para EDI. Los primeros especifican las características técnicas necesarias para que el hardware de computadora realice correctamente el intercambio. Los estándares de comunicación, manejan grupos de caracteres, prioridad de la transmisión y la velocidad. Los estándares de información determinan la estructura y el contenido del mensaje. Las organizaciones de estándares han desarrollado y refinado dos estándares generales, al igual que otros específicos en un esfuerzo por estandarizar el intercambio de comunicación e información.

Conjuntos de transacciones para EDI

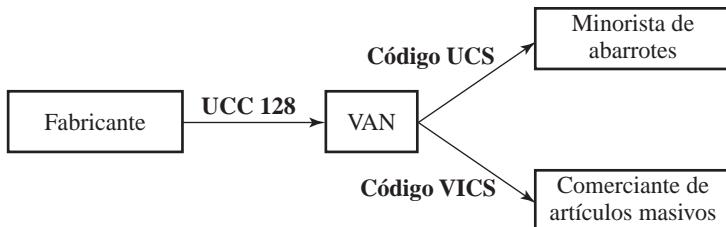
Los estándares de comunicación se implementan mediante grupos de transacciones. Un grupo de transacciones ofrece un estándar común para facilitar el intercambio de información entre

²Para un análisis más detallado respecto a las aplicaciones actuales del código de barras, consulte Helen Richardson, "Bar Codes are Still Getting the Job Done", *Logistics Today*, diciembre de 2004, pp. 38-39.

TABLA 5.3
Principales estándares EDI en la industria logística

UCS (Estándares para comunicación uniforme): abarrotes
VICS (Comité de estándares voluntarios para la comunicación entre las industrias): mercancías masivas
WINS (Estándares para una red de información del almacén): operadores de almacén
TDCC (Comité coordinador de datos para el transporte): operadores de transporte
AIAG (Grupo de acción de la industria automotriz): industria automotriz

FIGURA 5.4
Redes de valor agregado (VAN)
La VAN recopila los mensajes y la información de las transacciones de un fabricante para después traducirlos en estándares adecuados para una comunicación específica en la industria.



dos participantes de una industria y un país específicos. La tabla 5.3 enumera los estándares de transacciones comunes en la industria relacionados con la logística. Para cada industria, el grupo de transacciones define los documentos que se pueden transmitir. Los documentos suelen cubrir actividades logísticas comunes como la elaboración de pedidos, las operaciones del almacén y el transporte. La tabla 5.4 presenta la matriz de uso del grupo de transacciones. El grupo de transacciones está formado por un código de transacción (o ID) seguido por los datos. Por ejemplo, el código de las transacciones indica si la comunicación electrónica es un pedido de embarque del almacén (código 940) o una recepción de transferencia de existencias del almacén (código 944). Además del código de transacción, una transacción contiene el número del almacén, el número del artículo y la cantidad.

Aunque las aplicaciones migran hacia los estándares comunes, todavía existen conflictos acerca de la meta final. Un estándar común único facilita el intercambio de información entre los socios en cualquier industria y país, pero muchas empresas creen que una ventaja estratégica sólo se consigue con una capacidad EDI particular. Las capacidades particulares permiten a una empresa ofrecer transacciones personalizadas que cumplen de manera eficiente sus requerimientos únicos de información.

Muchas empresas resuelven este dilema mediante la utilización de redes de valor agregado (value-added networks, VAN). Una VAN, ilustrada en la figura 5.4, es una interfaz común entre los sistemas de envío y recepción; agrega valor al administrar las transacciones, traducir los estándares de comunicación y reducir el número de vínculos de información. La administración de transacciones incluye la fusión de mensajes para grupos secundarios de proveedores, transportistas o clientes, y la recepción de mensajes de los clientes mediante diferentes estándares de comunicación.

El Uniform Code Council (UCC), en colaboración con la asociación internacional **European Article Numbering (EAN)**, es la organización responsable para los estándares internacionales de numeración y está comprometida con el desarrollo de estándares globales comunes para grupos de productos y transacciones. La información relacionada con el estado de las iniciativas actuales del consejo se encuentra en el sitio Web www.uccouncil.org. Otro lugar que documenta la evolución de los estándares comerciales es Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS) en www.vics.org.

Código electrónico de producto

El código electrónico de producto (electronic product coding, EPC) es una forma novedosa de identificación. El Auto-ID Center en el Massachusetts Institute of Technology, con apoyo de fabricantes y minoristas, colaboró para desarrollar una “infraestructura inteligente de seguimiento”

TABLA 5.4**Matriz de transacciones**

Fuente: Adaptado de materiales proporcionados por Deborah Faragher, Uniform Code Council, Inc.

ID DE TRANSACCIONES	Nombre del grupo de transacciones	UCS	VICS EDI
102	Datos asociados		✓
180	Autorización y notificación de devolución de mercancía	✓	✓
204	Propuesta de carga de transportista	✓	
210	Detalles y factura por flete de transportista	✓	
214	Mensaje de estado de embarque de transportista	✓	
753	Solicitud de instrucciones de itinerario		✓
754	Instrucciones de itinerario		✓
810	Factura	✓	✓
812	Ajuste de crédito/débito	✓	✓
816	Relaciones organizacionales	✓	✓
818	Informe de ventas por comisión	✓	
820	Orden de pago/aviso de envío	✓	✓
824	Aviso de aplicación	✓	✓
830	Programa de planeación con capacidad de liberación	✓	✓
831	Totales de control de aplicaciones	✓	✓
832	Catálogo de precios/ventas		✓
846	Consulta/aviso de inventario	✓	✓
850	Orden de compra	✓	✓
852	Datos de actividad del producto	✓	✓
853	Instrucciones de itinerario y transportista		✓
855	Reconocimiento de pedido de compra	✓	✓
856	Notificación/manifiesto de embarque	✓	✓
857	Notificación de embarque y facturación	✓	
860	Solicitud de cambio de órdenes de compra, iniciada por el comprador		✓
861	Aviso de recepción/certificado de aceptación		✓
864	Mensaje de texto	✓	✓
867	Informe de transferencia y reventa de producto	✓	
869	Consulta de estado de pedido		✓
870	Informe de estado de pedido		✓
875	Pedido de compra de productos de abarrotes	✓	
876	Cambio de orden de compra de productos de abarrotes	✓	
877	Estructura del código de familias de cupones del fabricante	✓	
878	Autorización/no autorización de producto	✓	
879	Información de precios	✓	
880	Factura de productos de abarrotes	✓	
881	Detalle de amortización de cupones del fabricante	✓	
882	Información resumida de entrega directa a tienda	✓	✓
883	Asignación de fondos para desarrollo del mercado	✓	
884	Acuerdo de financiamiento para desarrollo del mercado	✓	
885	Características de la tienda	✓	
886	Informe de llamada del fabricante	✓	
887	Notificación de cupones	✓	
888	Mantenimiento de artículo	✓	
889	Anuncio de promoción	✓	✓
891	Informe de investigación de deducción	✓	
893	Solicitud de información de artículo	✓	✓
894	Registro básico de entrega/devolución	✓	
895	Reconocimiento y/o ajuste de entrega/devolución	✓	
896	Mantenimiento de dimensiones del producto	✓	
940	Pedido de embarque del almacén	✓	✓
944	Aviso de recepción de transferencia de existencia del almacén	✓	
945	Aviso de embarque del almacén	✓	
947	Aviso de ajuste del inventario del almacén	✓	✓
997	Reconocimiento de función	✓	✓

para las cadenas de suministro. Las dos organizaciones para estándares, EAN y UCC, las cuales desarrollaron los estándares anteriores de códigos de barras, formaron una organización llamada EPCglobal, Inc., que dirige la adopción y la implementación de la “red EPCglobal”.

A diferencia de los códigos de barras UPC utilizados en todas partes, los cuales sólo contienen la marca (el fabricante) y el modelo del producto, el EPC contiene un número que puede ser vinculado a una SKU específica. Cada EPC tiene 96 bits de longitud y la capacidad para representar todos los productos ahora y en un futuro razonable. Además, el EPC atiende todas las claves de EAN y UCC existentes, como el código del contenedor para embarque serial (Serial Shipping Code, SSCC) y el número de identificación para comercio global (Global Trade Identification Number, GTIN).

Intercambio de radiofrecuencia

La tecnología para comunicación de datos por radiofrecuencia (radio-frequency data communication, RFDC) se utiliza en áreas relativamente pequeñas, como los centros de distribución, para facilitar el intercambio de información en dos sentidos. Una aplicación importante es la comunicación en tiempo real con operadores móviles como los conductores de montacargas y recolectores de pedidos. La RFDC permite a los conductores recibir instrucciones y prioridades actualizadas en tiempo real, en vez de utilizar instrucciones impresas horas antes. Las transmisiones en tiempo real o Wi-Fi guían el flujo del trabajo, ofrecen mayor flexibilidad y capacidad de respuesta, y mejoran el servicio con menos recursos.³ Las aplicaciones logísticas RFDC también incluyen la comunicación en dos sentidos para la recolección en un almacén, las cuentas de ciclos, la verificación y la impresión de etiquetas.

Las capacidades avanzadas de RFDC en forma de comunicaciones de voz en dos sentidos se abren paso en las aplicaciones logísticas del almacén. En vez de necesitar personal operativo en el almacén para comunicarse con una computadora móvil o manual, la RFDC dirige a los operadores mediante la aplicación de indicaciones audibles y espera respuestas o solicitudes verbales. United Parcel Services emplea RFDC de voz para leer los códigos postales de los paquetes que llegan e imprimir etiquetas de itinerario para guiar los paquetes por su planta de clasificación. Los sistemas de reconocimiento de voz se basan en palabras clave y en los patrones de voz de cada operador. El beneficio principal que brindan las RFDC de voz es la interfaz del operador; como no se requiere introducir datos con un teclado, los operadores disponen de sus dos manos para recolectar pedidos.⁴

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una segunda forma de tecnología de radiofrecuencia. Puede ser utilizada para identificar un contenedor o su contenido mientras avanza por la planta o se encuentra en el transporte, esto mediante la implantación de un chip con un código electrónico en el contenedor o caja. Los chips RFID pueden ser activos o pasivos. Los activos emiten sin cesar ondas de radio para localizar el producto en un almacén o tienda y emplean receptores ubicados en todo el inmueble. La tecnología de chips activos es buena para localizar los productos en una planta, al igual que para identificar cuándo entran y salen de ésta. Los chips pasivos sólo responden cuando reciben un estímulo electrónico al pasar el producto por una puerta relativamente pequeña que tiene escáneres incorporados. Como el producto debe pasar por la puerta para accionar los chips pasivos, esto sólo se utiliza para seguir el movimiento de un producto cuando entra o sale de una planta. Con la tecnología actual, el costo de los chips activos (generación II) es aproximadamente diez veces mayor que el de los chips pasivos debido a la necesidad de una batería y una antena de más alcance. Cuando el contenedor o caja avanza por la cadena de suministro, se puede leer el código que lo identifica o incluso la lista del contenido. Los minoristas comienzan a utilizar la tecnología RFID para leer al mismo tiempo cargas completas de mercancías. Walmart y otros minoristas destacados solicitan a sus proveedores principales que coloquen etiquetas RFID en sus cajas para facilitar el procesamiento en los almacenes de distribución, la recepción en las tiendas y el reabasto en los anaqueles. Aunque es muy temprano para valorar el impacto de las aplicaciones RFID a nivel de menudeo, se prevé que la colocación de etiquetas RFID en cajas debe reducir el gasto en almacenes de distribución y manejo para venta al menudeo, al igual que el

³La aplicación de la tecnología Wi-Fi en las operaciones de almacén se analiza con detalle en el capítulo 9.

⁴Patti Satterfield, "Voice-Directed Systems Boost Warehouse Picking", *Parcel Shipping & Distribution*, septiembre de 1999, pp. 22-24.

agotamiento de las existencias. El Departamento de Defensa de Estados Unidos emplea RFID para listar el contenido de las tarimas y poder seguirlas mientras se cargan en el equipo de transporte o se desplazan por las plantas.

Es común que la información de un código de barras se capture mediante un dispositivo lector manual o fijo. Por otra parte, un sistema de identificación basado en EPC emplea etiquetas RFID junto con lectores para recopilar la información del producto. Las etiquetas RFID son circuitos en miniatura que contienen el código EPC. Un lector puede transmitir una solicitud de identificación del producto que estimule la etiqueta en el artículo correspondiente para devolver al lector el número de identificación en la etiqueta. Después, el número de identificación en el lector se transmite a una computadora, la cual identifica el artículo específico y su ubicación física. La información acerca de un producto en un almacén, tienda u otro lugar dentro del rango de transmisión se puede compartir y actualizar en tiempo real mediante el uso de una red. Las ventajas importantes de EPC sobre los lectores de códigos de barras son la velocidad de lectura y que no requiere una lectura dentro de la línea de visión.

Internet

La amplia disponibilidad de Internet y las interfaces de comunicación estandarizadas ofrecidas por navegadores tales como Netscape e Internet Explorer han ampliado sustancialmente las oportunidades y la capacidad para intercambiar información entre las empresas de todos tamaños. La Internet rápidamente se ha convertido en el servicio más popular de transmisión de información de la cadena de suministro para intercambiar predicciones, pedidos, estados del inventario, actualizaciones de productos e información de embarques. Junto con un servidor y un explorador, Internet ofrece un método estándar para iniciar pedidos, solicitar el estado de un pedido y dar seguimiento a los embarques. Una encuesta realizada en la Ohio State University predice que por medio de la Internet se transmitirá el 20% del total de pedidos de los clientes en el año 2010.⁵

La disponibilidad de Internet también ha permitido el desarrollo del portal de intercambio, un medio de comunicación que tiene implicaciones significativas en la cadena de suministro. Este portal es un intermediario que facilita el intercambio de información horizontal y vertical entre los integrantes de la cadena de suministro. La figura 5.5 ilustra un portal de intercambio diseñado para facilitar la comunicación entre los participantes de una cadena de suministro. La empresa proveedora puede proporcionar información acerca de los requerimientos de materias primas, la disponibilidad de productos y los cambios de precios, así como dejar que el mercado reaccione mediante la inclusión de licitaciones o pedidos.

⁵The Ohio State University, "Careers Patterns Survey", 2004; disponible al consultar "careers" en el sitio Web de Council of Supply Chain Management Professionals, www.cscmp.org.

FIGURA 5.5
El portal de intercambio único de una empresa

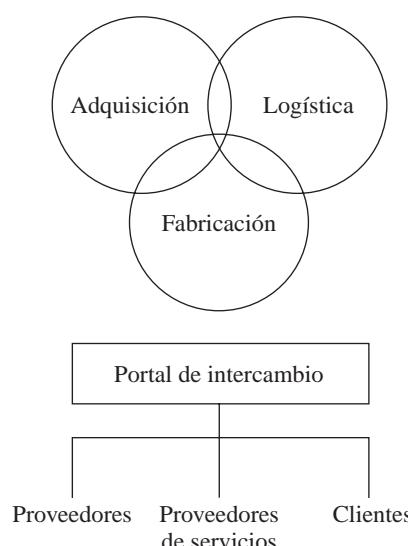
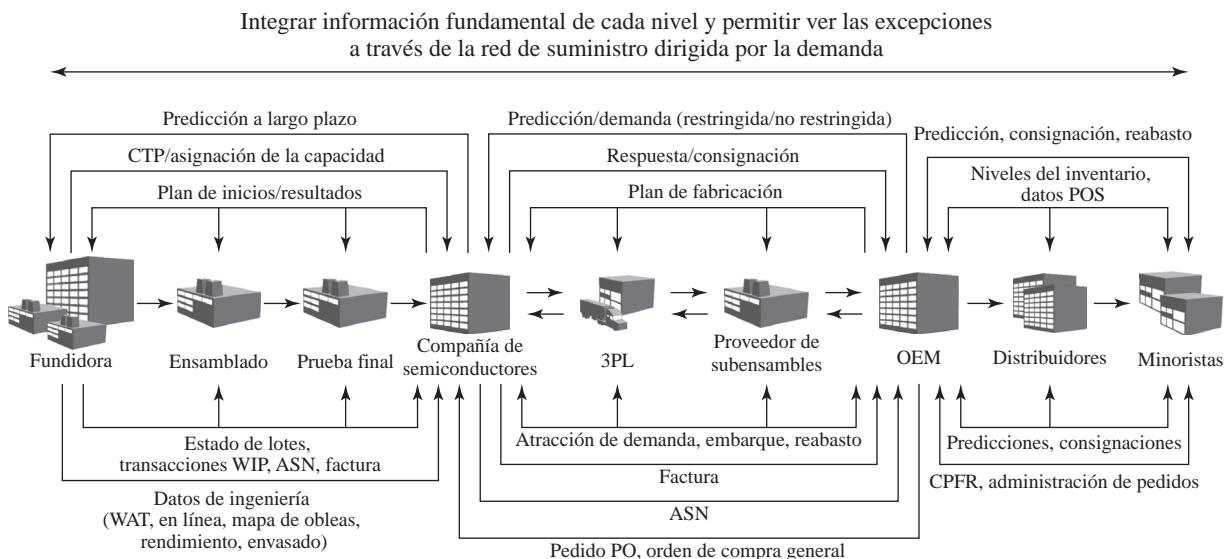


FIGURA 5.6 Un portal de intercambio de la industria electrónica

Fuente: Reimpreso con autorización de e2open.



Un segundo tipo de portal de intercambio se basa en la industria. Facilita la comunicación entre todos los participantes dentro de una industria y reduce sustancialmente los costos por transacción. La figura 5.6 ilustra el portal de intercambio desarrollado por la industria electrónica para facilitar la comunicación entre los fabricantes de equipo original y sus diversos niveles de proveedores. Este portal ofrece un sistema común para intercambiar información, incluyendo información de diseño, solicitudes de propuestas, disponibilidad de mercancías, licitaciones y programas. Aunque la información está disponible para todas las partes interesadas, también se puede restringir el acceso a ella. Existe un creciente temor de que las colaboraciones en un portal industrial aumenten la posibilidad de prácticas monopólicas y restricciones comerciales. La Comisión de Comercio Federal (Federal Trade Commission, FTC) de Estados Unidos espera desempeñar una función decisiva en la evolución de los portales de intercambio, sobre todo para las actividades B2B.⁶

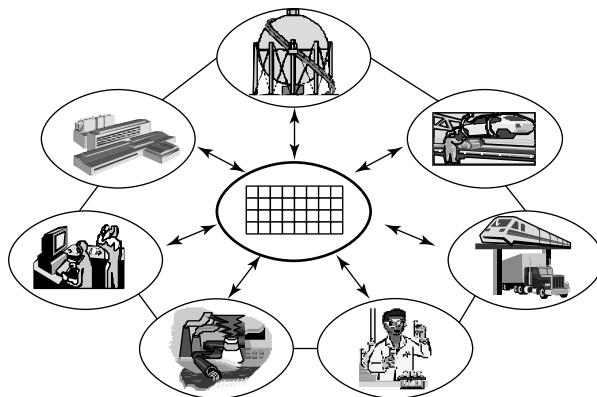
Un tercer tipo de portal de intercambio se basa en diversas industrias y está diseñado para facilitar la comunicación entre empresas que tienen intereses comunes en mercancías y servicios. La figura 5.7 ilustra un portal de intercambio entre industrias para fabricantes, proveedores, proveedores de servicios y clientes. Cuando una de las empresas integrantes necesita materias primas, productos o servicios, accede al portal de intercambio para determinar la disponibilidad y el precio posible. Asimismo, cuando una de las empresas integrantes tiene una capacidad excesiva de productos o servicios, puede anunciar la disponibilidad en el portal para despertar el interés o una posible licitación de uno de los integrantes del intercambio.

Internet y el portal de intercambio proveen una comunicación avanzada a la cadena de suministro desde una capacidad de uno a uno o limitada, hasta un ambiente de uno a varios que se puede extender de varios a varios. El resultado es que la comunicación extendida de Internet es una realidad que ofrece un reto sustancial en términos de explotar la información a una disponibilidad global.

Uno de los principales retos de la adopción generalizada de los portales de intercambio es la definición y la aceptación de catálogos en línea. De manera muy similar a la versión impresa, un catálogo en línea contiene una lista de los productos y servicios ofrecidos, junto con sus descripciones y especificaciones. Un catálogo uniforme para las empresas participantes es fundamental para facilitar una comparación eficaz de los productos y servicios de cada una de ellas. Por ejemplo, una

⁶Kim S. Nash, "Really Check", *Computerworld*, 5 de junio de 2000, pp. 58-59.

FIGURA 5.7
Un portal de intercambio entre industrias



empresa que pretende comprar una camiseta en un portal necesita que todos los proveedores de camisetas en el portal tengan el mismo formato de registro para describir la camiseta, los colores, su contenido y otros detalles, de modo que el cliente pueda hacer una comparación eficaz. Aunque los clientes prefieren catálogos semejantes, los proveedores prefieren emplear un formato propio. Para compartir e intercambiar la información con facilidad, los estándares voluntarios para comercio entre las industrias (Voluntary Interindustry Commerce Standards, VICS) y la planeación, predicción y abasto en colaboración (Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment, CPFR) promueven activamente definiciones y estándares de catálogos comunes y semejantes.

Lenguaje de marcado extensible (XML)

Es un lenguaje de computadora flexible que facilita la transferencia de información entre una amplia variedad de aplicaciones y es de fácil interpretación para las personas. Fue publicado en 1998 por el World Wide Web Consortium para facilitar la transferencia de información entre sistemas, bases de datos y exploradores Web. Debido a que la EDI es muy estructurada, el costo de instalación y los conocimientos requeridos son relativamente altos, lo cual limita las aplicaciones a situaciones con altos volúmenes de transacciones. El XML se destaca como un medio de transferencia de información entre las empresas y los proveedores de servicios que no tienen volúmenes de transacciones que justifiquen el manejo de EDI. Además XML facilita la comunicación al derribar muchas barreras tecnológicas de información que ha limitado la adopción de EDI.

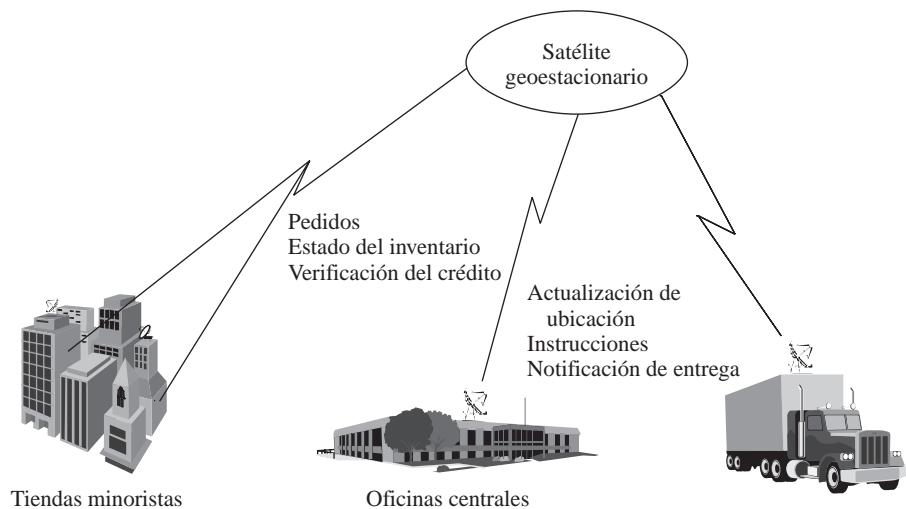
Un mensaje básico en XML tiene tres componentes: la información real que se transmite, etiquetas de datos y una definición del tipo de documento (document type definition, DTD). La etiqueta de datos es una característica importante, porque define los datos que se transmiten. Por ejemplo, en el XML para embarque, la etiqueta para la dirección se prepararía para que se viera como <dirección> calle Central 123 </dirección>. Las etiquetas indican a las computadoras lo que son los datos entre las llaves y dónde deben ir en una base de datos o página Web. La utilización de términos comunes y la falta de requerimientos de secuencia vuelven las transacciones XML mucho más fáciles de usar que la EDI. La DTD del XML le dice a la computadora a cuál formato de documento hace referencia al decodificar un mensaje. En esencia, una DTD es una plantilla que distribuye un formulario estándar, sus etiquetas y su relación en una base de datos. Por ejemplo, habría un esquema separado para los pedidos del cliente, las notificaciones anticipadas de embarque, o la documentación de transporte.

En situaciones caracterizadas por un volumen bajo, el XML es superior a la EDI por tres razones. Primero, su instalación es económica, es fácil para diseñar una aplicación y requiere mucho menos tiempo para implementarse. Segundo, el mantenimiento del XML es fácil porque se convierte a (HTML), el lenguaje de los navegadores Web. Esto hace mucho más sencillo modificar y compartir datos entre aplicaciones. Por último, el XML es más flexible, lo cual permite el manejo de una gran variedad de aplicaciones, y una definición y extensión rápidas de los estándares.⁷

⁷Consulte más detalles en Gordon Forsyth, "XML: Breaking Down IT Barriers in Logistics", *American Shipper*, junio de 2000, pp. 20-26.

FIGURA 5.8

Aplicaciones logísticas utilizando comunicación vía satélite



Satélite

La tecnología satelital permite las comunicaciones a través de una extensa área geográfica, como una región o incluso el mundo. La tecnología es similar a la de las antenas de microondas utilizadas para la televisión en áreas fuera del alcance del cable. La figura 5.8 ilustra la comunicación en dos sentidos entre las oficinas centrales corporativas, los vehículos y los lugares operativos remotos.

Las comunicaciones vía satélite proporcionan un canal rápido de alto volumen para el movimiento de información. Schneider National, una empresa transportista con actividades en todo Estados Unidos, emplea antenas de comunicación instaladas en sus camiones lo cual permite una comunicación en dos sentidos entre los conductores y sus despachadores. Esa interacción en tiempo real proporciona información actualizada sobre ubicaciones y entregas, lo cual permite a los despachadores redirigir a los camiones de acuerdo con las necesidades o los problemas de tránsito. Las cadenas minoristas también emplean comunicación vía satélite para transmitir con rapidez información de ventas a las oficinas centrales. Wal-Mart transmite cifras de ventas diarias para dirigir el reabasto de las tiendas y para ofrecer información de mercadotecnia relacionada con los esquemas de ventas locales.

Procesamiento de imágenes

El procesamiento de imágenes utiliza tecnologías facsimilar (fax) y de lectura óptica para transmitir y guardar información de listas de fletes, al igual que otros documentos de apoyo como los recibos de entrega (proof of delivery receipts, POD) o los conocimientos de embarque (bills of lading, BOL). La razón fundamental de utilizar este servicio es que la información oportuna de embarque es tan importante como entregar los artículos a tiempo. Cuando el flete se entrega a los clientes, se envía documentación de apoyo a lugares con procesamiento de imágenes mediante lectura electrónica y se registra en el sistema.

Después, se transmiten las imágenes electrónicas de los documentos a una base de datos central, en donde se guardan. Al día siguiente, los clientes tienen acceso a los documentos mediante enlaces por computadora o una llamada telefónica a su representante de servicio. Mediante la transmisión de un fax es posible atender en pocos minutos a los clientes que solicitan una copia impresa. Entre los beneficios para el cliente están una facturación más precisa, una respuesta más rápida del personal de transporte y un acceso fácil a la documentación. El transportista también se beneficia porque el sistema elimina la necesidad de documentos en archivos, reduce la probabilidad de pérdida y ofrece una mejor credibilidad con los clientes.

Las tecnologías satelital, de RF y de procesamiento de imágenes requieren una inversión de capital significativa antes de lograr retornos importantes. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los beneficios principales de estas tecnologías de comunicación no son siempre un costo menor, sino un mejor servicio al cliente. El servicio mejora con una recepción de pedidos más oportuna y precisa, un seguimiento más rápido de los embarques, y una transferencia más rápida de la información de ventas y del inventario. La demanda de aplicaciones asociadas al manejo de

estas tecnologías de comunicación aumentará cuando los clientes observen los beneficios competitivos de la transferencia de información en tiempo real.

Razón fundamental para la implementación de ERP

La planeación de los recursos de la empresa (ERP) y los sistemas de ejecución empresarial son los principales componentes del software de los sistemas de información logística. El ERP aporta la base de datos y la capacidad de transacciones para iniciar, registrar, vigilar, y generar informes sobre el cliente y los pedidos de reabasto. Los sistemas ERP proporcionan a las empresas regularidad en la información, economía de escala e integración. El diseño de un sistema ERP incluye la base de datos central y los módulos de la aplicación para facilitar la administración de la cadena de suministro, la administración financiera y la administración de recursos humanos. El diseño del sistema de la cadena de suministro incluye los componentes para planeación/coordinación, operaciones y desempeño del inventario. El componente de planeación/coordinación administra los recursos de la empresa y de la cadena de suministro, entre ellos los recursos para la producción, el almacenamiento y el transporte. El componente de operaciones controla el procesamiento de transacciones para iniciar, administrar, cumplir, y enviar los pedidos del cliente y el reabasto. El desempeño del inventario administra la empresa y, cada vez más, los recursos del inventario de la cadena de suministro.

Los sistemas de ejecución empresarial aportan la interfaz entre el ERP y las operaciones diarias con el cliente, el transporte y el almacén. Los sistemas de administración de las relaciones con el cliente ofrecen información acerca del nivel de actividad de la empresa y el desempeño con los clientes importantes. Los sistemas de administración de transporte inician los embarques y registran los movimientos para vigilar el desempeño y el costo del transporte de la empresa. Los sistemas de administración del almacén inician las actividades del almacén, controlan el equipo de manejo de materiales, vigilan el desempeño de la mano de obra y generan informes de los niveles de desempeño del almacén y el costo.

Cuando las empresas introdujeron cómputo extensivo dedicado a controlar y vigilar las operaciones y las finanzas a principios de la década de los setenta, gran parte del desarrollo se completó con una mínima consideración de la integración. Primero se introdujeron los sistemas financieros y contables, seguidos por algún tipo de sistema de administración de ventas y pedidos. Cuando se requerían funciones adicionales, se desarrollaban o compraban otras aplicaciones. Estos módulos agregados solían utilizar procesos inconsistentes, conflicto en suposiciones y datos redundantes. En algunos casos, la empresa desarrolló de manera interna sistemas funcionales para adaptarse a los procesos internos de trabajo. Debido a la necesidad de una mayor integración y para aprovechar la relativamente barata tecnología de la información avanzada, muchas empresas comenzaron a reinvertir en sus sistemas empresariales durante la década de los noventa. En este momento, en casi todas, sino es que en todas las empresas de Fortune 1000 se han implementado o están en el proceso de implementar un sistema ERP. Existe un enorme potencial de crecimiento en el mercado para estos sistemas, principalmente en implementaciones realizadas a empresas medianas y pequeñas. Sin tomar en cuenta el tamaño de la empresa, tales inversiones se suelen aceptar por tres factores: la uniformidad, las economías de escala y la integración.

Consistencia

En épocas pasadas, la mayoría de las empresas desarrollaron sistemas “a la medida” los cuales fueron implementados considerando sus propios requerimientos y procesos específicos. Esto también se aplicó a las divisiones internacionales conforme una empresa extendía globalmente los mercados y las operaciones. Asimismo, las numerosas adquisiciones y fusiones que han ocurrido durante las últimas tres décadas produjeron incompatibilidad de sistemas entre las diferentes empresas. El resultado fue que se ofrecían gran variedad de sistemas con procesamiento no uniforme. Un gerente de una empresa multinacional con productos para el cliente, informó que ¡había tenido que buscar en 15 diferentes sistemas de computadora para determinar la situación de las ventas y el inventario para las subsidiarias en Sudamérica!¹⁸ La tabla 5.5 ilustra una situación en la cual cada

¹⁸Plática con un gerente de logística de Johnson & Johnson.

TABLA 5.5
El estado común de los sistemas típicos o tradicionales

	Región/División A	Región/División B	Región/División C	Región/División D
Finanzas	FS1	FS2	FS3	FS4
Recursos humanos	HR1	HR2	HR3	HR4
Administración de pedidos	OM1	OM2	OM2	OM3
Administración del almacén	WM1	WM1	WM2	WM3
Planeación de materiales	MP1	MP1	MP2	MP2

división o región tiene un sistema diferente de finanzas (different financial, FS), recursos humanos (human resource, HR), administración de pedidos (order management, OM), administración del almacén (warehouse management, WM) y planeación de materiales (materials planning, MP). La tabla indica cómo cada región o división puede tener una plataforma de software o hardware diferente para la cadena de suministro y otras aplicaciones. La región A ha implementado el sistema financiero 1, mientras que la región B ha implementado el sistema financiero 2, debido a la capacidad de su moneda. Asimismo, se suelen tomar decisiones de sistemas divergentes para otras regiones o divisiones. La tabla ilustra la situación en muchas empresas en donde algunos componentes del sistema son comunes en varias divisiones, mientras que otros, como la administración de pedidos, son únicos para cada división. El resultado es información inconsistente y conflictiva, así como sistemas diversos con un mantenimiento difícil y de interpretación compleja, porque los tiempos y los procesos son diferentes para cada uno.

De acuerdo con estas situaciones, el primer objetivo del manejo de un ERP es crear un sistema que utilice datos y procesos consistentes para cualquier región y división perteneciente a la empresa, es decir de manera global. En una aplicación normal, los datos residen en un almacén de datos común al que se puede acceder globalmente. Además, los datos se pueden modificar con la seguridad apropiada y usando controles de transacciones disponibles en diversos idiomas. Las transacciones para iniciar una actividad específica de la cadena de suministro se implementan mediante suposiciones y tiempos normales. Asimismo, los procesos al ser consistentes, permiten a los clientes globales utilizar el mismo procedimiento de recepción de pedidos, por ejemplo, sin tomar en cuenta dónde se introduce el pedido. Tal perspectiva unificada ofrece a los administradores una visión integrada uniforme de la empresa y la administración operativa, al igual que facilidad de uso para los clientes.

Economías de escala

Cuando las empresas se fusionaron y se expandieron en forma global, la administración aumentó sus demandas para tomar ventaja de las economías de escala mundial mediante una racionalización de recursos. Asimismo, los clientes comenzaron a buscar proveedores que pudieran aportar el producto en forma global mediante capacidades e interfaces compatibles para tomar ventaja de las economías de escala. El ERP ofrece a las empresas posibles economías de escala de varias formas. Primero, el empleo de un solo procesador central o una red de procesadores descentralizados con configuración común del hardware que ofrecen un alto potencial para adquisición y mantenimiento de economías de escala.

Segundo, el ERP centralizado ofrece economías de escala significativas en cuanto al manejo de software ya que sólo se requiere una cantidad limitada de licencias si todas las divisiones y regiones emplean la misma aplicación. Aunque el costo inicial de la licencia de software puede ser sustancial, las cuotas de la misma y el mantenimiento para una sola aplicación ERP son menores que las diversas copias requeridas para cada división o región. Sin embargo, los verdaderos beneficios de la economía de escala provienen del reducido personal que se requiere para implementar y dar mantenimiento a un sistema ERP. Varios sistemas divisionales o regionales requieren muchas personas con diferentes grados de conocimiento de hardware y software para implementar, dar mantenimiento y modificar cada aplicación. Debido a que el conocimiento se puede transferir de manera limitada a través de plataformas de hardware y software, la experiencia de las personas comunes no puede utilizarse efectivamente. Aunque existen economías de escala potenciales para expertos en ERP, esto puede no ser evidente ya que en la actualidad una cantidad relativamente limitada de personas ha desarrollado habilidades y conocimientos extensos.

Por último, el uso del ERP centralizado aumenta la posibilidad de que una empresa con varias divisiones implemente recursos y servicios compartidos entre las mismas o incluso entre regiones. La capacidad para revisar los requerimientos de recursos de producción, almacenamiento o transporte en varias divisiones empleando un sistema común, aumenta la posibilidad de compartir recursos fundamentales. La información integrada facilita el uso efectivo de proveedores comunes, plantas de producción, plantas de almacenamiento y el equipo de transporte, lo cual provoca que se lleven a cabo diferentes operaciones y negociaciones entre diversas economías. Aunque existe una evidencia limitada de que las implementaciones ERP actuales produzcan estas economías de escala, es probable que los beneficios comiencen a acumularse cuando se estabilicen las implementaciones relativamente recientes.

Integración

El beneficio final del ERP es una mejor integración del sistema desde dentro de la empresa y entre los proveedores y clientes. La integración interna surge de una base de datos integrada común y la implementación de procesos comunes entre las divisiones y las regiones. Los componentes comunes del ERP son la cadena de suministro, las finanzas, los servicios, los recursos humanos y los informes. Tales componentes comunes ofrecen la capacidad para fusionar los procesos y proporcionar a los clientes una interfaz común y consistente con la empresa. Esa integración también es el resultado de prácticas financieras estándar entre las unidades empresariales. La interfaces estandarizadas que ofrecen muchos sistemas ERP, también facilitan la comunicación externa con los participantes de la cadena de suministro. Por ejemplo, muchas empresas en las industrias automotriz y química estandarizan los sistemas ERP mediante SAP. Los principales fabricantes solicitan a sus proveedores que establezcan una interfaz con su base de datos SAP, para obtener la información de requerimientos y para proporcionar programas de entrega. Esa integración de la información y de los procesos operativos mejora sustancialmente el flujo de la cadena de suministro, lo cual reduce la incertidumbre dentro de la empresa y entre los participantes de la cadena.

Casi todos los analistas industriales creen que un sistema ERP debe considerarse como un costo necesario para hacer negocios. Un proveedor de ERP señaló:

Me parece que casi todas las personas tendrían dificultades para proporcionar un número ROI para un sistema ERP. Un hecho empresarial es que usted puede dirigir una compañía de 10 millones de dólares desde una PC, pero si quiere convertirse en una compañía de 50 millones, necesita un sistema ERP. La clave es adquirir un sistema cuya escala aumente conforme usted crece.⁹

El número de implementaciones ERP ha disminuido en las empresas grandes mientras muchas de ellas absorben y refinan lo que ya han implementado. En contraste, las empresas más pequeñas apenas comienzan su inversión e implementación.

Una nueva generación de sistemas ERP evoluciona para proporcionar una integración adicional, sobre todo con los clientes. Estos sistemas combinan el ERP tradicional con sistemas de administración de las relaciones con el cliente (CRM) para integrar mejor los requerimientos de los clientes principales con los planes y operaciones de la cadena de suministro de la empresa. El mejoramiento principal que ofrecen estos avances ERP es la conectividad externa tan importante para la colaboración de la cadena de suministro. También se vuelve más común el acceso a estas aplicaciones integradas mediante Internet, lo cual aporta una interfaz global común.¹⁰

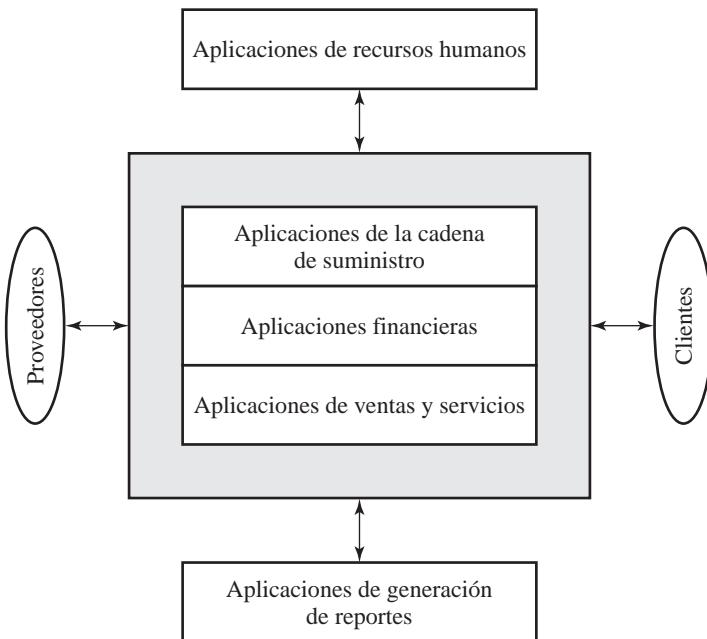
Diseño de un sistema ERP

La figura 5.9 ilustra los módulos principales de un sistema ERP. El núcleo del sistema es la base de datos central o el repositorio donde se conserva toda la información para facilitar el acceso a datos comunes y consistentes para todos los módulos. Alrededor de la base de datos están los módulos funcionales que inicien y coordinan las actividades empresariales. Aunque los beneficios totales

⁹Anónimo, "Who's Using ERP", *Modern Materials Handling* 54, núm. 13, noviembre de 1999, pp. 14-18.

¹⁰Michel Roberto, "ERP Gets Redefined", *Information Technology for Manufacturing*, febrero de 2001, pp. 36-44.

FIGURA 5.9
La arquitectura de
un sistema ERP



del ERP pueden obtenerse mejor cuando se integran todas las funciones en una aplicación común, muchas empresas eligen implementar los sistemas mediante un método modular para extender los requerimientos de recursos y minimizar el riesgo, porque una cantidad limitada de funciones de la empresa está en transición en cualquier momento.

La **base de datos central** es el depósito de información relacional para todo el sistema ERP. La base de datos central se considera **relacional** porque vincula la información de las entidades operativas para que exista un mínimo de redundancia en la información. Con el tiempo, la redundancia en la información suele conducir a imprecisiones porque una referencia a un elemento de los datos cambia en algún momento sin que se haga un cambio equivalente en la otra referencia. Por ejemplo, si la dirección de un cliente está en dos lugares diferentes de la base de datos, es probable que en algún momento se modifique una referencia si el cliente se traslada, pero la segunda referencia puede olvidarse. En ese punto, la base de datos ya no sería consistente y todas las referencias a la segunda dirección serían incorrectas. Aunque la base de datos central es extensa y puede contener millones de elementos de datos en numerosos archivos, hay ocho puntos que son fundamentales en torno a las operaciones logísticas: 1) el archivo de clientes, 2) el archivo de productos-precios, 3) el archivo de proveedores, 4) el archivo de pedidos, 5) el archivo de lista de materiales, 6) el archivo de pedidos de compra, 7) el archivo de inventarios y 8) el archivo de históricos.

El **archivo de clientes** contiene la información que describe a los clientes de la empresa. Cada entrada define un cliente, incluyendo nombre, dirección, información de facturación, direcciones para embarque, contactos con la compañía, lista de precios, términos de venta, e instrucciones especiales. Un archivo de cliente común es útil sobre todo cuando varias divisiones de la empresa lo atienden.

El **archivo de productos-precios** contiene la información que describe los productos y los servicios que ofrece la empresa. Entre las entradas específicas están el número de un producto, la descripción, las características físicas, las fuentes de compras o los lugares de fabricación, las referencias a productos equivalentes o actualizaciones y los datos comunes de costo. El archivo de productos-precios o los archivos relacionados, contienen información acerca de las divisiones en los precios y las cantidades. El mantenimiento de este tipo de archivo cada vez es más desafiantre debido a que los ciclos de vida de los productos son más cortos y a que los cambios de precios son más frecuentes.

El **archivo de proveedores** enumera los proveedores de materiales y servicios de la empresa. Algunas entradas específicas son el número de proveedor, el nombre de éste, la dirección, la infor-

mación de transporte y recepción, y las instrucciones de pago. Un archivo de proveedores común es fundamental para lograr economías de compras a través de la racionalización y la consolidación de proveedores.

El **archivo de pedidos** contiene la información relacionada con todos los pedidos abiertos en alguna etapa de procesamiento o cumplimiento por la empresa. Cada pedido representa una solicitud actual o posible de un cliente para embarcar productos. El archivo de pedidos contiene el número de cliente y el nombre, la fecha de recepción solicitada, y la lista de productos y cantidades que se solicitan. Si el archivo de pedidos aumenta se requiere que incluya condiciones especiales de embarque y empacado para clientes únicos. El sistema también debe aceptar pedidos por diferentes medios, entre ellos EDI e Internet, al igual que de manera interna.

El **archivo de lista de materiales** describe cómo se combinan las materias primas para los productos terminados. Por ejemplo, una lista de materiales simple para un automóvil indicaría que un vehículo requiere una carrocería, un chasis, cuatro asientos, un motor, un eje transversal y cuatro neumáticos. Aunque estas relaciones de productos suelen utilizarse en la fabricación, son también importantes para la logística. Las operaciones logísticas comienzan a utilizar las listas de materiales para facilitar el empacado, la personalización y la integración en las operaciones de un centro de distribución.

El **archivo de pedidos de compra (purchase order, PO)** es similar al archivo de pedidos, excepto que contiene el registro de los pedidos de compras que se han realizado a los proveedores. El pedido de compras puede ser para materias primas que apoyen el producto o los suministros necesarios de mantenimiento, reparación y operación (MRO) que apoyan las operaciones y la administración. Los artículos para MRO no se incluyen directamente como productos terminados vendidos por la empresa. La información específica del archivo de pedidos de compras incluye el número del pedido de compra, el nombre y el número del proveedor, la fecha de solicitud, el lugar para embarque, el modo de transporte y el transportista, así como una lista de los artículos que se van a comprar y la cantidad correspondiente. Otros requerimientos importantes del archivo PO son las especificaciones del producto, los requerimientos de entrega y el precio acordado.

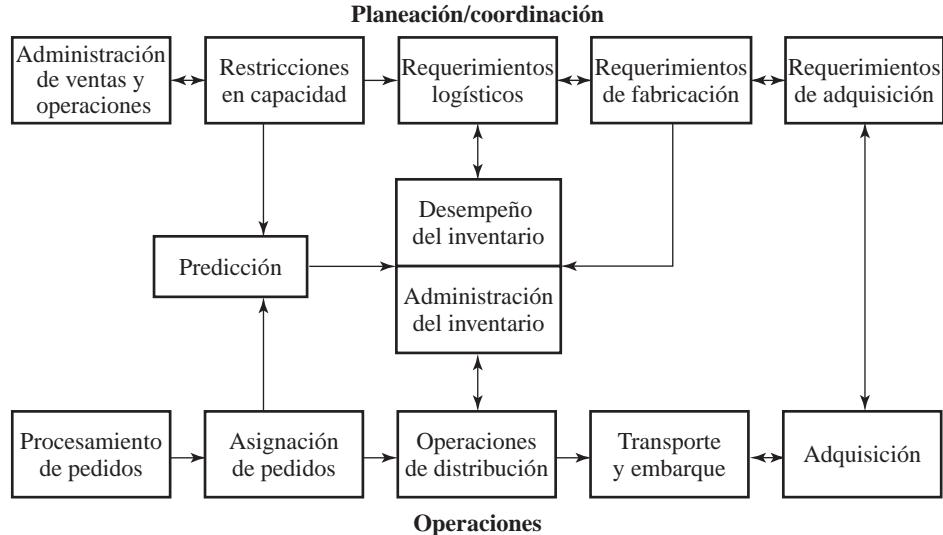
El **archivo de inventarios** registra el inventario físico o la cantidad de productos que la empresa tiene disponibles o que pueden estar disponibles en el futuro de acuerdo con los programas actuales de producción. El archivo también documenta el tipo de ubicación física del producto dentro del almacenamiento de materiales y la planta; el estado del producto en términos de disponible para embarcar, dañado, cantidad mantenida, o en espera de un cliente importante; y los números de lote para los productos que deben ubicarse. La información específica del archivo de inventario incluye el número del producto, la ubicación en la planta, la ubicación para su almacenamiento y la cantidad en inventario para cada estado del producto.

El **archivo de históricos** documenta el historial de pedidos y de órdenes de compra de la empresa para facilitar la preparación de informes administrativos, el presupuesto y el análisis de decisiones, y para la predicción. En esencia, este archivo contiene resúmenes de los pedidos de los clientes que se han cumplido y las órdenes de compra recibidas.

Diseño de un sistema de información de la cadena de suministro

El sistema de información de la cadena de suministro es la columna vertebral de las operaciones logísticas modernas. En el pasado, esta infraestructura se concentraba en iniciar y controlar las actividades requeridas para aceptar, procesar y embarcar los pedidos de los clientes. Para que las empresas actuales se mantengan competitivas, la función de la infraestructura de información debe extenderse para incluir la planeación de los requerimientos, el control administrativo, el análisis de decisiones y la integración con otros participantes de la cadena de suministros. Aunque la figura 5.9 ilustraba las aplicaciones de la cadena de suministro relacionadas con las otras aplicaciones ERP, no describe el flujo detallado de información en la cadena de suministro y de productos por los módulos del proceso. La figura 5.10 ilustra el flujo de la información y la relación entre los principales módulos del proceso. Los procesos principales inician, vigilan y miden las activida-

FIGURA 5.10
La arquitectura de sistemas de la cadena de suministro



des requeridas para cumplir los pedidos y el reabasto de los clientes. Estos procesos adoptan dos formas. La primera son los procesos de planeación y coordinación para producir y lograr un desempeño adecuado en el inventario. La segunda son los procesos operativos para recibir, procesar, embarcar y facturar los pedidos de los clientes.

La planeación y la coordinación incluyen los procesos necesarios para programar y coordinar la adquisición, la producción y la asignación de recursos logísticos por toda la empresa. Entre los componentes específicos están la definición de los objetivos de ventas y operativos, la racionalización de las restricciones de capacidad, la determinación de la asignación logística, la fabricación y los requerimientos de adquisición.

Las operaciones incluyen los procesos necesarios para administrar el cumplimiento de los pedidos de los clientes, entre ellos el procesamiento de pedidos, la asignación del inventario, las operaciones del almacén, las operaciones de transporte y la coordinación de la adquisición. Estos procesos se requieren para los pedidos de los clientes y para el reabasto. Los pedidos de los clientes reflejan las demandas de los clientes empresariales. Los pedidos de reabasto inician el movimiento de artículos terminados entre las plantas de fabricación y distribución.

El desempeño y la administración del inventario es la interfaz entre la planeación/coordinación y las operaciones que controla el ciclo y la conservación de un inventario de seguridad, cuando no es posible una estrategia de fabricación sobre pedido (make-to-order, MTO) o del montaje hasta el pedido (assemble-to-order, ATO). Cuando una empresa puede utilizar una estrategia de fabricación MTO, en esencia los procesos de planeación/coordinación y operaciones se reflejan entre sí. Por ejemplo, cuando es posible una estrategia MTO, puede no ser necesario programar con anticipación materias primas y producción o mantener un inventario de seguridad.

Planeación /coordinación

Los componentes de planeación/coordinación del sistema de cadena de suministro son la base del sistema de información para los fabricantes y vendedores. Estos componentes definen las actividades fundamentales y guían la asignación de recursos de la empresa y el desempeño desde la adquisición hasta la entrega del producto.

Como se aprecia en la figura 5.10, la planeación/coordinación incluye los procesos de planeación de materiales, dentro de la empresa y entre los participantes de la cadena de suministro. Los componentes específicos son: 1) administración de ventas y operaciones, 2) restricciones de capacidad, 3) requerimientos logísticos, 4) requerimientos de fabricación y 5) requerimientos de adquisición.

Planes de ventas y operaciones (Sales and Operations Plans, S&OP)

Un S&OP representa uno de los principales integradores de las metas financieras, de ventas y de mercadotecnia de la empresa. Estos objetivos estratégicos se desarrollan en general para proporcionar un horizonte de planeación de varios años que suele incluir actualizaciones trimestrales. Los objetivos estratégicos de ventas y mercadotecnia definen los mercados objetivo, el desarrollo de productos, las promociones, otros planes de combinación de mercadotecnia y la función de las actividades logísticas de valor agregado, como la capacidad y los niveles de servicio. Los objetivos son el alcance del cliente, la amplitud de productos y servicios, las promociones planeadas y los niveles de desempeño deseados. Las metas de ventas y mercadotecnia son las políticas y los objetivos de servicio al cliente que definen la actividad logística y de la cadena de suministro, al igual que los objetivos de desempeño. Estos últimos son los elementos de disponibilidad del servicio, capacidad y calidad analizados antes. Los objetivos estratégicos financieros definen los ingresos, los niveles financieros y de actividades, y los gastos correspondientes, al igual que las restricciones de capital y de recursos humanos.

La combinación de los objetivos de ventas, de mercadotecnia y financieros definen el alcance de los mercados, los productos, los servicios y los niveles de actividades que los administradores de la cadena de suministro deben atender durante el horizonte planeado. Entre las metas específicas están los niveles de actividad anual o trimestral de los ingresos, los embarques y el volumen de productos. Entre los eventos que deben considerarse están las promociones de productos, la introducción de productos nuevos, las acumulaciones en el mercado y las adquisiciones. Lo ideal es integrar planes de mercadotecnia y financieros que coincidan, porque la falta de uniformidad produce un servicio deficiente, un inventario excesivo o impide cumplir las metas financieras.

El proceso S&OP debe incluir elementos de largo y corto plazo. El elemento a largo plazo se concentra en los planes anuales y trimestrales con el objetivo de coordinar los planes de mercadotecnia y financieros para lograr las metas empresariales. Aunque las operaciones logísticas y de la cadena de suministro no son el enfoque principal, merecen cierta consideración porque los encargados de la planeación deben comprobar que existe suficiente capacidad de producción, almacenamiento y movimiento agregados. El elemento a corto plazo se concentra en los planes semanales y diarios con el objetivo de coordinar los recursos logísticos y de la cadena de suministro que confirmen la satisfacción de solicitudes específicas de los clientes. Si bien la orientación de este proceso en la figura 5.10 sugiere que el S&OP proporciona información en un sentido dentro del proceso de restricciones de la capacidad, en realidad es reiterativo porque el plan y la capacidad deben materializarse de manera conjunta, de modo que se puedan maximizar los resultados del plan dentro de las restricciones internas de la empresa o del contrato.

La combinación de los objetivos de ventas, de mercadotecnia y financieros indica la dirección para que otros planes de la empresa se vuelvan operativos y adquieran la forma de un S&OP. Aunque por naturaleza el proceso de establecer objetivos estratégicos no está estructurado y es de amplio alcance, debe desarrollarse y comunicarse un plan bastante detallado para que se pueda coordinar y volver operativo a través del S&OP. Este proceso se analiza con mayor detalle en el capítulo 11.

Restricciones en capacidad

Son las limitaciones en la capacidad logística y de fabricación impuestas por las restricciones de recursos internos y externos para fabricación, almacenamiento y transporte. Con base en los niveles de actividad definidos por el S&OP, estas restricciones determinan los cuellos de botella en recursos materiales y conducen la asignación de recursos para cumplir las demandas del mercado. Para cada producto, las restricciones de capacidad afectan dónde, cuándo y cuánta producción, almacenamiento y movimiento se debe hacer. Las restricciones consideran las limitaciones agregadas, como las capacidades de producción, movimiento y almacenamiento periódicos.

Los problemas de capacidad se resuelven mediante la adquisición de recursos o la especulación/aplazamiento de la producción o la entrega. Los ajustes en la capacidad se hacen mediante la adquisición o las alianzas, como un contrato de fabricación o el arrendamiento de una planta. La especulación reduce los obstáculos al prever los requerimientos de la capacidad de producción antes de programar o contratar la fabricación. El aplazamiento retrasa la producción y el embarque hasta que se conocen los requerimientos específicos y se puede asignar la capacidad. Tal vez sea

necesario ofrecer incentivos a los clientes, por ejemplo descuentos, para aplazar la entrega. Las limitaciones de la capacidad determinan las fases del S&OP al tomar en cuenta las limitaciones financieras, de la planta, y de recursos humanos. Estas restricciones afectan de manera importante los programas logísticos, de fabricación y de adquisición.

Las limitaciones en capacidad descomponen el plan operativo agregado de la empresa en requerimientos logísticos, semanales o diarios, y determinan el nivel de producción mensual o semanal para cada lugar de fabricación. La flexibilidad de la capacidad depende de la naturaleza del producto y del tiempo de desarrollo. Para el largo plazo, suele haber bastante flexibilidad, porque se puede utilizar una amplia variedad de estrategias de aplazamiento, especulación, subcontratación y adquisición. Sin embargo, a corto plazo, por ejemplo en la semana actual, existe una flexibilidad limitada porque los recursos suelen estar comprometidos. La capacidad para considerar de manera conjunta los requerimientos de la empresa y las restricciones es fundamental para lograr una planeación y una coordinación eficaz de la cadena de suministro. La mejor empresa suele mostrar un alto nivel de integración a través de todos los componentes de planeación/coordinación. Los sistemas APS, los cuales se analizan en detalle en el capítulo 11, ofrecen el mejor apoyo a la información para considerar de manera eficaz estas restricciones integradas de la demanda y la capacidad.

Requerimientos logísticos

Entre los requerimientos logísticos están las fases de la planta, el equipo, la mano de obra y los recursos del inventario necesarios para lograr la misión logística. Por ejemplo, el componente de requerimientos logísticos programa los embarques del producto terminado desde las plantas de fabricación hasta los almacenes y, por último, a los minoristas. La cantidad de un embarque se calcula como la diferencia entre los requerimientos del cliente y el nivel del inventario. Los requerimientos logísticos se suelen implementar mediante la **planeación de requerimientos de distribución (Distribution Requirements Planning, DRP)** como un recurso de administración del inventario y una herramienta de control del proceso. Los requerimientos futuros se basan en las predicciones, los pedidos de los clientes y las promociones. Las predicciones se basan en la información de ventas y la mercadotecnia, junto con los niveles de actividad históricos. Los pedidos de los clientes incluyen los pedidos actuales, los pedidos comprometidos en el futuro y los contratos. Es muy importante considerar la actividad promocional en la planeación de los requerimientos logísticos, porque suele representar un gran porcentaje de variación en el volumen y afecta mucho la capacidad. El estado actual del inventario es el producto disponible para embarque. La figura 5.11 muestra el cálculo para determinar los requerimientos logísticos periódicos.

De manera específica, para cada periodo de planeación, día, semana, o mes, la suma de la predicción más los pedidos futuros de los clientes más el volumen promocional representan la demanda del periodo. No es fácil determinar el porcentaje del volumen predicho a través de los pedidos conocidos de los clientes, de modo que se requiere cierto cálculo. La demanda de un periodo en realidad es una combinación de los tres, porque las predicciones actuales pueden incorporar algunos pedidos futuros y el volumen promocional. Al determinar la demanda de un periodo, es importante considerar que se sobreponen la predicción, los pedidos futuros y las promociones. Después se determinan los requerimientos logísticos por periodo como la demanda del periodo menos el inventario disponible más las recepciones planeadas. De este modo, cada periodo termi-

FIGURA 5.11
Requerimientos
logísticos

- + Predicciones (de ventas, mercadotecnia, información, históricos, cuentas)
- + Pedidos de los clientes (pedidos actuales, pedidos futuros comprometidos, contratos)
- + Promociones (promoción, planes de publicidad)
- = Demanda del periodo
- Inventario disponible
- Recepciones planeadas

Requerimientos logísticos del periodo

naría de manera ideal con un inventario disponible de cero, de modo que las recepciones planeadas serían exactamente iguales a la demanda de cada uno de los períodos. Aunque la coordinación perfecta de la demanda y el suministro es ideal desde una perspectiva de la administración del inventario, tal vez no sea posible ni sea la mejor estrategia para la empresa.

Los requerimientos logísticos deben sincronizarse dentro de las restricciones de capacidad y la capacidad de fabricación para lograr un desempeño óptimo del sistema; de lo contrario, se acumula el inventario de artículos terminados al final de la línea de producción.

Requerimientos de fabricación

Los requerimientos de fabricación programan los recursos de producción e intentan resolver los atascos diarios en la capacidad dentro del sistema de administración de materiales. Los principales obstáculos son el resultado de escasez de materias primas o de limitaciones en la capacidad diaria. Los requerimientos de fabricación determinan el programa maestro de producción (Master Production Schedule, MPS) y el plan de requerimientos de materiales (Materials Requirements Plan, MRP II). El MPS define la producción semanal o diaria y los programas de las máquinas. Mediante el MPS, el MRP II determina las fases de la requisición y llegada de materiales y componentes para apoyar el plan de fabricación deseado. Aunque este análisis presenta el S&OP, las restricciones de la capacidad, los requerimientos logísticos y los requerimientos de fabricación de manera serial, deben operar de manera repetitiva. Esto es muy cierto para las empresas que utilizan estrategias de fabricación determinadas por el flujo de la demanda o el mercado. Estas estrategias coordinan los programas de producción directamente con las demandas del mercado o los pedidos y reducen la necesidad de predicciones o planeación extensas. En cierto sentido, las estrategias de planeación determinadas por el flujo de la demanda o el mercado diseñan toda la producción como fabricación sobre pedido y, por lo tanto, integran totalmente los requerimientos logísticos y de fabricación.

Dentro de ciertos límites, el modelo Dell de computadoras sobre pedido ilustra un proceso que hace coincidir la fabricación con la demanda. Sin embargo, hasta el modelo Dell debe funcionar dentro de las restricciones de capacidad en horizontes de tiempo cortos.

Requerimientos de adquisición

Los módulos de requerimientos de adquisición programan las liberaciones de pedidos de compra de materiales, los embarques y las recepciones. Los requerimientos de adquisición acumulan las restricciones de capacidad, los requerimientos logísticos y los de fabricación, para determinar los requerimientos de materiales a largo plazo y los programas de liberación. Después, el requerimiento y el programa de liberación se utilizan para la negociación de las compras, la contratación, la coordinación del equipo de transporte y el programa de entregas.

Aunque cada componente de planeación/coordinación puede funcionar (y a menudo lo hace) de manera independiente, tal independencia suele conducir a inconsistencias que dan como resultado un inventario excesivo de fabricación y de logística, al igual que ineficiencias operativas. Es frecuente que las empresas tengan predicciones diferentes para cada módulo funcional debido a que cada uno es controlado por una función separada de la organización. Por ejemplo, ventas y mercadotecnia pueden desarrollar predicciones altas para impulsar el proceso de S&OP con el fin de motivar a la fuerza de ventas, mientras que la logística puede planear predicciones más conservadoras. Asimismo, las diferencias entre las predicciones de logística, fabricación y adquisición dan como resultado inconsistencias entre la adquisición de productos, la programación de la producción y el desempeño logístico, lo cual a su vez da lugar a existencias de seguridad innecesarias para respaldar las operaciones independientes. Una consideración integrada del S&OP con las restricciones de capacidad, los requerimientos logísticos, los requerimientos de fabricación y la adquisición, facilita la capacidad de la empresa para cumplir los requerimientos específicos de los clientes al mismo tiempo que minimiza los recursos requeridos.

Históricamente, los procesos individuales de planeación/coordinación tenían una capacidad limitada para organizar dentro de las restricciones de capacidad generales. Básicamente, cada proceso de planeación estaba inhabilitado. En esencia, el proceso de planeación inicial no contenía los requerimientos, la producción, la distribución y los recursos de transporte de ninguna restricción de capacidad. Una vez completo el proceso al encontrarse inhabilitado, se utilizaban procesos heurísticos en un intento de adaptar las demandas dentro de las restricciones de capacidad exis-

tentes en la cadena de suministro. En algún momento se desarrollaron herramientas de planeación más sofisticadas para cada proceso de planeación/coordinación, lo cual dio como resultado una consideración más directa de la capacidad de los recursos. Sin embargo, la consideración de la capacidad rara vez se extendía más allá de los procesos funcionales individuales. Por ejemplo, la fabricación desarrollaba un plan que solía estar dentro de sus restricciones de recursos y la logística hacía lo mismo. Pero el plan integrado resultante rara vez reflejaba los compromisos adecuados entre las dos áreas funcionales.

Las empresas mejoran la coordinación de los requerimientos y la capacidad al mejorar la uniformidad de las predicciones y al considerar una capacidad más integrada, lo cual da como resultado inventarios más bajos y mejor utilización de los recursos. Se puede lograr una mejor coordinación mediante la utilización de bases de datos y predicciones comunes, un intercambio de información más frecuente y herramientas de análisis más sofisticadas. Las empresas logísticas de alto desempeño emplean una integración de la planeación/coordinación como una fuente importante de eficiencia mejorada.

Operaciones

Los **sistemas de información de operaciones** integrados y coordinados también son esenciales para la competitividad de la cadena de suministro. La coordinación y la integración facilitan un flujo uniforme y regular de la información de pedidos del cliente y de reabasto por la empresa y permiten ver de inmediato el estado de un pedido. La información compartida integrada reduce los retrasos, los errores y los requerimientos de recursos. Los procesos operativos requeridos para el cumplimiento de los pedidos de los clientes y para coordinar la recepción de los pedidos de compra son: 1) el procesamiento de pedidos, 2) la asignación de pedidos, 3) las operaciones del almacén, 4) el transporte y 5) la adquisición.

Procesamiento de pedidos

El procesamiento de pedidos es el punto de entrada para los pedidos y las consultas de los clientes. Permite introducir y dar mantenimiento a los pedidos de los clientes mediante tecnologías de comunicación como el correo, el teléfono, el fax, EDI e Internet. Cuando se reciben pedidos o consultas, comienza el procesamiento de pedidos y se recupera la información requerida, se modifican los valores correspondientes y se consolidan los pedidos para su asignación. El procesamiento de pedidos también puede ofrecer información relacionada con la disponibilidad del inventario y las fechas de entrega para establecer y confirmar las expectativas de los clientes; además, junto con los representantes del servicio al cliente, forman la interfaz principal entre el cliente y el sistema ERP o tradicional.

La tabla 5.6 enumera las funciones principales de este procesamiento. Incluye la introducción de pedidos generales, electrónicos y manuales. Los pedidos generales son aquellos que reflejan una demanda sobre un periodo extenso como un trimestre o un año. Los embarques futuros contra los pedidos generales se activan mediante liberaciones de pedidos individuales. El procesamiento de pedidos crea y mantiene la base de pedidos del cliente y reabasto que inicia los componentes operativos restantes.

Asignación de pedidos

La asignación de pedidos enlaza el inventario disponible con los pedidos abiertos del cliente y de reabasto. La asignación puede ocurrir en tiempo real, cuando se reciben los pedidos, o por lotes. Esto último significa que los pedidos se agrupan para un procesamiento periódico, como en un día o un turno. Aunque la asignación en tiempo real es más reactiva, un procesamiento por lotes ofrece a la empresa más control sobre las situaciones cuando el inventario es bajo. Por ejemplo, en un procesamiento por lotes, la asignación de pedidos se diseña para asignar las existencias del inventario, sólo a partir de la capacidad de producción programada. El sistema operativo es más reactivo si permite la asignación del inventario de cantidades o de la capacidad de producción programadas. La asignación de las cantidades de producción se refiere a utilizar el inventario disponible para prometer (available-to-promise, ATP), mientras que la asignación de la capacidad de producción se llama inventario susceptible para comprometer (capable-to-promise, CTP). Sin embargo, existe un compromiso, porque asignar la capacidad de producción programada reduce la

TABLA 5.6 Funcionalidad del sistema de operaciones

Procesamiento de pedidos	Asignación de pedidos	Administración del inventario	Operaciones del almacén	Transporte y embarque	Adquisición
Introducción del pedido (manual, electrónico, general)	Crear pedido general	Ánalisis y modelado de predicción	Asignar y dar seguimiento a ubicaciones de almacenamiento	Selección del transportista	Comparación y pago
Comprobación del crédito	Generar factura	Mantenimiento y actualizaciones de datos de la predicción	Cuenta del ciclo del inventario	Programación del transportista	Revisión del pedido abierto
Disponibilidad del inventario	Generar documentos de selección de pedido	Selección del parámetro de la predicción	Programación de la mano de obra	Despacho	Introducción del pedido de compra
Reconocimiento del pedido	Asignación del inventario	Selección de la técnica de la predicción	Programación del equipo	Preparación de documentos	Mantenimiento del pedido de compra
Modificación del pedido	Procesar pedido general	Selección del parámetro del inventario	Control de lotes	Pago de flete	Recepción del pedido de compra
Establecimiento del precio del pedido	Liberar inventario reservado	Simulación y prueba del inventario	Selección de pedido, ubicación, reabasto	Medición del desempeño	Estado del pedido de compra
Consulta del estado del pedido	Reasignar recursos al pedido	Planeación de los requerimientos del inventario	Recepción	Consolidación e itinerario del embarque	Solicitud de cotización
Precio y extensión de descuento	Liberar pedido general	Integración de los datos de la promoción	Acumulación	Clasificación del embarque	Comunicación de requerimientos
Comprobación de promoción	Verificar embarque	Preparar, liberar y programar pedidos de reabasto	Almacenamiento	Programación el embarque	Programar cita de recepción
Procesamiento de devoluciones		Definir objetivos del servicio	Medición del desempeño	Seguimiento del embarque	Historial del proveedor
Administración del servicio				Carga del vehículo	

capacidad de la empresa para reprogramar la producción. Las mejores aplicaciones de asignación de pedidos funcionan de manera interactiva junto con el procesamiento de pedidos para generar una solución que satisfaga los requerimientos del cliente dentro de las restricciones de recursos de la empresa. En este tipo de ambiente operacional, el representante de servicio al cliente y el cliente interactúan para determinar la combinación de productos, cantidades y longitud del ciclo de desempeño aceptable para ambas partes. Las soluciones posibles cuando existe un conflicto en la asignación de pedidos son los ajustes en la fecha de la entrega, los reemplazos de productos o los embarques desde un lugar alterno.

La tabla 5.6 muestra las funciones regulares de la asignación de pedidos, entre ellas la asignación del inventario, la creación y procesamiento de pedidos devueltos, la generación de documentos para selección de pedidos y la verificación de éstos. Los documentos de selección de un pedido, en papel o en forma electrónica, dirigen las operaciones de distribución para seleccionar un pedido del centro de distribución o almacén y empacarlo para embarque. El pedido del cliente o de reabasto, con su inventario asignado y el material correspondiente de selección del pedido, vincula la asignación del pedido con las operaciones físicas del centro de distribución.

Operaciones del almacén

Las operaciones del almacén incorporan los procesos para guiar las actividades físicas, entre ellas la recepción de productos, el movimiento y el almacenamiento de materiales, así como la selección de pedidos. Por esta razón, se suelen denominar sistemas de administración del almacén o de control del inventario y, a veces, sistemas localizadores en el almacén, en referencia a su capacidad para dar seguimiento a los lugares de almacenamiento del inventario en los almacenes. Las operaciones del almacén dirigen todas las actividades de manejo de materiales mediante una combinación de asignaciones por lotes y en tiempo real. En un ambiente por lotes, el sistema de operaciones del almacén desarrolla una lista de instrucciones o tareas “pendientes” para guiar a

cada operario de material en el almacén. Los operarios de materiales son las personas que manejan el equipo; por ejemplo, un montacargas. En un ambiente en tiempo real, las tecnologías dirigidas por la información, como los códigos de barras, la comunicación por radiofrecuencia y el equipo de manejo automatizado, operan de manera interactiva para reducir el tiempo transcurrido entre una decisión y una acción. Las tecnologías de manejo de materiales dirigidas por la información en tiempo real, las cuales se analizan con detalle en el capítulo 10, también deben tener una interfaz directa con el proceso de las operaciones del almacén para aportar flexibilidad operativa y reducir los requerimientos internos del tiempo del ciclo de desempeño.

La tabla 5.6 presenta las funciones normales de la operación del almacén. Además de dirigir las operaciones y las actividades del almacén, las funciones también deben planear los requerimientos operativos y medir el desempeño. La planeación de operaciones incluye la programación del personal y los recursos, entre ellos las personas, el equipo y la planta. La medición del desempeño incluye el personal en desarrollo y los informes de productividad del equipo.

Transporte y embarque

Un sistema de administración del transporte (Transportation Management System, TMS) planea, ejecuta y administra las funciones de transporte y movimiento. El TMS incluye la planeación y la programación de los embarques, la consolidación de éstos, su notificación, la generación de documentos del transporte y la administración de los transportistas. Estos procesos facilitan y eficientan los recursos de transporte, al igual que la administración de los transportistas.

Una característica única del TMS es que suelen participar tres partes: el embarcador, el transportista y el consignatario (destinatario). Para administrar el proceso de manera eficaz, debe existir un nivel básico de integración de la información. La información compartida requiere formularios de datos estandarizados que conformen los documentos de transporte. En Estados Unidos, el comité coordinador para datos del transporte (Transportation Data Coordinating Committee, TDCC) y VICS han iniciado y refinado la estandarización de los formatos de documentos del transporte.

La tabla 5.6 presenta las funciones del transporte y el embarque. El TMS genera la documentación para liberar el pedido para embarque y mide la capacidad de la empresa para entregar el pedido de manera satisfactoria. Históricamente, el TMS se concentraba en generar documentos y en dar seguimiento a las tarifas. Entre los documentos de transporte están los manifiestos y los conocimientos de embarque, los cuales se analizan específicamente en el capítulo 8; las tarifas son las cantidades que cobran los transportistas por el movimiento de los productos. La gran cantidad de embarques realizados por muchas empresas requieren un TMS automatizado y dirigido por excepciones que reduzca los errores e informe del desempeño. Con la creciente oportunidad de mejorar el desempeño mediante una mejor administración de transporte, las funciones TMS contemporáneas enfatizan la vigilancia del desempeño, la valoración de las tarifas, la preparación de itinerarios y programas, la facturación, la preparación de informes y el análisis de decisiones. Las aplicaciones TMS avanzadas incorporan mayor capacidad de planeación y medición del desempeño y se denominan sistemas de ejecución empresarial.

Adquisición

La adquisición administra la preparación, modificación y liberación de un pedido de compra (PO), y registra el desempeño del vendedor, al igual que el cumplimiento. Aunque los sistemas de adquisición tradicionalmente no han sido considerados parte de los sistemas logísticos, la importancia de integrar la adquisición con los programas logísticos es fundamental para facilitar la coordinación de la recepción de materiales, la capacidad de la planta y la carga durante el regreso del transporte.

Para una administración integrada de la cadena de suministro, la adquisición debe registrar y coordinar las actividades de recepción y embarque para optimizar la programación de la planta, el transporte y el personal. Por ejemplo, debido a que los puertos de carga y descarga suelen ser un recurso fundamental de la planta, un sistema de adquisición eficaz debe coordinar la utilización del mismo transportista para entregas y embarques. Esta capacidad requiere que el sistema empresarial tenga visibilidad en la recepción y el embarque. La integración del sistema de la cadena de suministro mejora todavía más mediante la integración electrónica con los proveedores. La tabla 5.6 muestra las funciones de la adquisición. Un sistema de adquisición moderno proporciona

planes, dirige las actividades y mide el desempeño, al coordinar el movimiento de actividades internas y externas.

Los sistemas de operación suelen estar bien integrados, pero es necesario revisarlos de manera continua para eliminar conflictos y mejorar la flexibilidad. Un sistema operativo ERP eficaz y eficiente es esencial para un desempeño de alto nivel de la empresa, aunque por sí solo no lleva a la empresa a una categoría de alto desempeño.

Desempeño y administración del inventario

El módulo de desempeño y administración del inventario sirve como la interfaz principal entre la planeación/coordinación y las operaciones, al planear los requerimientos y administrar el inventario terminado desde la producción hasta el embarque al cliente. Específicamente, ¿a dónde debe desplazarse el inventario terminado por la cadena de suministro? ¿Cuándo deben efectuarse pedidos de reabasto? ¿Cuánto debe solicitarse? Las empresas con sistemas de materiales MTO en esencia tienen integradas su planeación/coordinación y sus operaciones, de modo que es mínima la necesidad de lograr desempeño y administración del inventario.

El primer componente del sistema de desempeño y administración del inventario es el proceso de predicción. Éste predice los requerimientos de productos por cliente y centro de distribución para apoyar la planeación empresarial.

El segundo módulo del desempeño y administración del inventario es el apoyo en las decisiones a tomar en cuanto a la asignación del mismo, lo cual va desde los simples modelos reactivos hasta el uso de las herramientas de planeación más complejas. Estas herramientas que ayudan en la toma de decisiones son necesarias para guiar a quienes planean el inventario en cuestionamientos relativos a cuándo y cuánto solicitar. Los modelos reactivos responden a situaciones actuales de la demanda y el inventario mediante un punto para un pedido nuevo y los parámetros de cantidades de un pedido. En otras palabras, toman decisiones de reabasto al reaccionar a los niveles actuales del inventario. Las herramientas de planeación prevén los requerimientos futuros con base en las predicciones y las proyecciones del tiempo del ciclo. Las herramientas de planeación permiten a los administradores identificar los problemas potenciales mientras todavía pueden resolverse mediante una administración proactiva.

Los sistemas de desempeño y administración del inventario también son diferentes en la cantidad de interacción humana requerida. Algunas aplicaciones requieren que quienes planean el inventario realicen pedidos de manera manual o aprueben todos los pedidos de reabasto. Tales sistemas no se basan en excepciones, debido a que todos los pedidos de reabasto requieren una aprobación explícita de los encargados de la planeación. Los sistemas basados en una aprobación manual requieren muchos más recursos humanos, pero incorporan un mejor análisis. Las aplicaciones más sofisticadas hacen automáticamente pedidos de reabasto y vigilan su avance por el ciclo de reabasto. Las aplicaciones sofisticadas ilustran una filosofía que se basa más en excepciones, porque se requiere que sólo se intervenga en pedidos de reabasto excepcionales.

Las principales fuerzas impulsoras del desempeño y administración del inventario son los objetivos de servicio al cliente establecidos por la administración. Los objetivos del servicio definen las tasas de abastecimiento para los clientes y productos. La combinación de objetivos de servicio, las características de la demanda y del reabasto, y las políticas operativas, determinan las condiciones de dónde, cuándo y cómo analizadas antes. El desempeño y la administración eficaz del inventario reducen significativamente el nivel del activo del inventario requerido para cumplir los objetivos específicos del servicio.

Además de iniciar con decisiones básicas del inventario, el desempeño y la administración de éste deben medir su eficiencia al vigilar el nivel del inventario, la rotación y la productividad. La tabla 5.6 muestra las funciones de desempeño y administración del inventario para una aplicación logística relativamente sofisticada. Observe que las funciones incluyen varias actividades relacionadas con la predicción. Se requieren estimados de la demanda futura en forma de predicciones implícitas o explícitas. Las predicciones implícitas, o predeterminadas, suponen que las ventas del mes siguiente serán iguales a las del mes anterior. Las predicciones explícitas, analizadas en el capítulo 3, son más científicas y emplean información acerca de la empresa, el cliente y las acciones de los competidores. La propuesta básica es que una información de predicción más integrada facilita el desempeño y la administración del inventario, lo cual da como resultado requerimientos

de inventario más bajos. Al crecer el módulo de administración y asignación del inventario se requiere integrar y coordinar los planes de la cadena de suministro con los requerimientos operativos. Estas tecnologías, las cuales se analizan mejor en el capítulo 11, se conocen como administración de la cadena de suministro o sistemas de planeación de la cadena de suministro.¹¹

Debido a que la tecnología de la información evoluciona mucho más rápido que otras capacidades logísticas, como el transporte y el manejo de materiales, es necesario revisar constantemente las tecnologías nuevas para determinar las aplicaciones logísticas potenciales. Es imposible que un texto ofrezca información oportuna relacionada con el estado de todas las tecnologías de la información que pueden tener aplicaciones logísticas.

Resumen

Los sistemas de información de la cadena de suministro vinculan las actividades logísticas en un proceso integrado basado en cuatro niveles de funcionalidad. El sistema de transacciones proporciona las bases para aceptar pedidos electrónicamente, iniciar la selección y el embarque de pedidos y completar las transacciones financieras adecuadas. Los sistemas de control administrativo registran el desempeño funcional y operativo de la empresa y proporcionan una adecuada generación de informes administrativos. Los sistemas de análisis de decisiones ayudan a la administración a identificar y evaluar las alternativas logísticas. Los sistemas de planeación estratégica permiten a los administradores principales comprender el impacto de los cambios estratégicos como las fusiones, las adquisiciones y las acciones competitivas. Aunque el sistema de transacciones proporciona las bases, los sistemas de control administrativo, análisis de decisiones y planeación estratégica se han vuelto fundamentales para una administración de la cadena de suministro de alto desempeño.

Los sistemas ERP o sistemas heredados son la columna vertebral de casi todos los SCIS debido a sus capacidades de bases de datos integradas y transacciones modulares. El sistema de comunicaciones facilita el intercambio de información, de manera interna dentro de las funciones de la empresa, y de manera externa en lugares en todo el mundo y con otros participantes de la cadena de suministro. Los sistemas de ejecución se vuelven más importantes para controlar las operaciones del almacén y de transporte. Es probable que los sistemas de planeación de la cadena de suministro se conviertan en el diferenciador competitivo fundamental para el futuro, porque las empresas se esfuerzan por mejorar la productividad de su activo a través de un inventario y activos físicos reducidos.

Se han realizado notables avances en lo que se refiere a facilitar la comunicación logística dentro de una empresa específica y entre los participantes de su cadena de suministros. Las comunicaciones por EDI, vía satélite y, más recientemente, por XML permiten enlaces más rápidos y uniformes entre los participantes de una cadena de suministro. Otras tecnologías, como los códigos de barras, lectores y radiofrecuencia, mejoran sustancialmente la eficacia de la comunicación entre los sistemas de información logística y el ambiente físico en el que deben operar.

La creciente accesibilidad y las capacidades de estos sistemas de información y comunicación aumentan sustancialmente la disponibilidad y la precisión de la información en la cadena de suministro. Los avances en las tecnologías de comunicación han reducido de manera significativa la incertidumbre entre las empresas grandes, pero todavía hay oportunidades sustanciales para mejorar las comunicaciones entre las empresas más pequeñas, las cuales representan la mayoría de los participantes en la cadena de suministro. Si bien un mejoramiento adicional del sistema de comunicación seguirá reduciendo la incertidumbre, es probable que las oportunidades principales para quienes pretendan mejorar el desempeño en el futuro vengan a través de los sistemas de análisis de la cadena de suministro y de planeación estratégica.

La base de cualquier sistema de información de la cadena de suministro de una empresa son los sistemas ERP y de ejecución, que aportan la base de datos y las transacciones para iniciar las actividades de la cadena de suministro. Las empresas dedican mucho énfasis a la implementación

¹¹Para un análisis detallado relacionado con las diferencias entre los sistemas ERP y de planificación de la cadena de suministro, consulte Fiona Nah, "Supply Chain and Enterprise Systems Management and Solutions", *Information Resources Management Journal* 17, núm. 3, julio-septiembre de 2004, pp. 1-4.

de un sistema ERP para lograr consistencia en la información, economías de escala e integración. Estas actividades se vuelven requerimientos básicos para el comercio global. Un diseño de sistema ERP de base amplia incluye una base de datos integrada junto con módulos que apoyen las operaciones de la cadena de suministro, de servicio y financieras, así como la administración de recursos humanos.

El diseño de un sistema de cadena de suministro incluye los componentes para la planeación/coordinación, las operaciones y el desempeño del inventario. Con base en los planes estratégico y de mercadotecnia de la empresa, el componente de planeación/coordinación administra las capacidades de producción, almacenamiento y movimiento de la empresa. El componente de operaciones aporta las transacciones de información para iniciar los pedidos, asignar el inventario, seleccionar los pedidos en el almacén, transporte, y facturación de pedidos del cliente y de reabasto. Con base en los niveles de ventas y de predicción, el componente de desempeño del inventario administra el inventario de la cadena de suministro para cumplir los niveles de servicios requeridos, al mismo tiempo que minimiza el inventario.

Preguntas desafiantes

1. Compare y contraste la función de los sistemas ERP y los sistemas de planeación en el mejoramiento del desempeño y la competitividad de la empresa.
2. Compare y contraste la función de los sistemas ERP y los sistemas de ejecución logística.
3. Analice la racionalización para que las empresas implementen ERP en la administración de la cadena de suministro.
4. Analice los retos principales que debe esperar una empresa al implementar un sistema ERP integrado, que incluya aplicaciones financieras, de la cadena de suministro, de servicio y de recursos humanos.
5. Analice las aplicaciones, los beneficios y los retos relacionados con la utilización de RFID para mejorar el desempeño de una cadena de suministro.
6. Analice cómo difieren la planeación/coordinación y el flujo operativo para las empresas MTO y MTP.
7. Compare y contraste la función de la planeación/coordinación y las operaciones en el mejoramiento de la competitividad de una empresa.
8. Analice la razón fundamental y los riesgos asociados con la utilización de una predicción común para dirigir el flujo de planeación/coordinación de una empresa.
9. Analice la función del sistema CRM en el mejoramiento de la competitividad de una empresa.
10. Describa las ventajas y desventajas de considerar el diseño de S&OP en la implementación de un sistema S&OP.

Operaciones de la logística de la cadena de suministro

La parte 2 está formada por seis capítulos que describen detalladamente las actividades y las funciones logísticas. El capítulo 6 se centra en la administración del inventario, e incluye los costos asociados con su mantenimiento, los procedimientos para establecer y vigilar sus niveles de abasto y un sistema cuyo propósito es administrar sus recursos generales. El capítulo 7 describe la infraestructura del transporte, incluyendo su función, operación y fundamentos. Este capítulo también describe la reglamentación del transporte, las características de sus diferentes modalidades y el rango de los servicios que ofrece. El capítulo 8 atiende los aspectos gerenciales de las operaciones de transporte, como la economía, la determinación de precios y la administración. Juntos, los costos relacionados con el inventario y el transporte representan una significativa mayoría del gasto logístico total. El capítulo 9 analiza la justificación económica y de servicio para el almacenamiento y las actividades requeridas para el diseño y las operaciones de la planta. El capítulo 10 se ubica en el interior de las cuatro paredes de un almacén al revisar las tecnologías de empacado y manejo de materiales. Se exploran los requerimientos para los materiales del empacado y su eficiencia, seguidos por un análisis de capacidad, y las ventajas y desventajas del equipo para el manejo de materiales. El capítulo 11 se ocupa de la integración operativa. Es desde el desempeño integrado de las actividades individuales que el poder de la cadena logística de suministro se realiza.

Inventario

Funcionalidad y definiciones de inventario

Funcionalidad del inventario

Definiciones de inventario

Inventario de costo por existencias

Capital

Impuestos

Seguro

Obsolescencia

Almacenamiento

Planeación del inventario

Cuándo hacer un pedido

Cuánto incluir en el pedido

Administración de la incertidumbre

Incertidumbre de la demanda

Incertidumbre del ciclo de desempeño

Existencias de seguridad con incertidumbre combinada

Estimación de la tasa de abastecimiento

Reabasto dependiente de la demanda

Políticas de administración del inventario

Control del inventario

Métodos reactivos

Métodos de planeación

Reabasto del inventario en colaboración

Prácticas de administración del inventario

Clasificación por producto/mercado

Definición de la estrategia de los segmentos

Políticas y parámetros

Resumen

Las decisiones del inventario son de alto impacto y de alto riesgo en toda la cadena de suministro. El inventario comprometido para apoyar las ventas futuras impulsa varias actividades predictivas de la cadena. Sin un surtido adecuado en el inventario, se pierden ventas y se generan insatisfacciones en el cliente. Asimismo, la planeación del inventario es fundamental para la fabricación. La escasez de materiales o componentes pueden detener una línea de producción u obligar a generar cambios en el programa de producción, agregar un costo más elevado o una posible escasez de los artículos terminados. Igual que la escasez puede alterar los planes de mercadotecnia y fabricación, un exceso de inventario también crea problemas operativos. Un inventario excesivo aumenta el costo y reduce la rentabilidad como resultado de agregar almacenes, capital de trabajo, seguros, impuestos y obsolescencia. La administración de los recursos del inventario requiere la comprensión de sus funciones, principios, costo, impacto y dinámica.

Funcionalidad y definiciones de inventario

La administración del inventario es riesgosa y el riesgo varía dependiendo de la posición de la empresa en el canal de distribución. Las medidas típicas de la exposición del inventario son la duración, la profundidad y la amplitud del material comprometido.

Para un fabricante, el riesgo en el inventario es a largo plazo. El compromiso del inventario del fabricante comienza con la compra de materias primas y piezas componentes, incluye el trabajo en proceso, y finaliza con los artículos terminados. Además, estos artículos se colocan en los almacenes en previsión de la demanda del cliente. En algunas situaciones se requiere que los fabricantes consiguen el inventario en las plantas del cliente. De hecho, esta práctica traslada todo el riesgo del inventario al fabricante. Aunque un fabricante suele tener una línea de productos más estrecha que un minorista o un mayorista, el compromiso del inventario del fabricante es profundo y de larga duración.

Un mayorista acapara cantidades grandes de los fabricantes y vende cantidades más pequeñas a los minoristas. La justificación económica de un mayorista es la capacidad de proporcionar a los clientes un surtido de mercancía de diferentes fabricantes en cantidades específicas. Cuando los productos son estacionales, el mayorista puede necesitar adoptar una posición del inventario con mucha anticipación de la temporada de venta, con lo cual aumenta la profundidad y la duración del riesgo. Uno de los más grandes desafíos de la venta al mayoreo es la expansión de las líneas de productos hasta un punto donde la amplitud del riesgo del inventario es casi igual a la de los minoristas, aunque la profundidad y la duración del riesgo siguen siendo las que caracterizan la venta al mayoreo tradicional. En años recientes, los minoristas poderosos han impulsado un sustancial aumento en la profundidad y la duración al devolver la responsabilidad del inventario a los mayoristas.

Para un minorista, la administración del inventario se centra en la velocidad de las compras y las ventas. Los minoristas adquieren una amplia variedad de productos y asumen un riesgo sustancial en el proceso de mercadotecnia. El riesgo del inventario de la venta al menudeo es amplio pero no profundo. Debido al alto costo de la ubicación en las tiendas, los minoristas ponen mucho énfasis en la rotación del inventario. Ésta es una medida de la velocidad del inventario y se calcula como la razón de las ventas de periodo entre el inventario promedio.

Aunque los minoristas asumen una posición de riesgo en una amplia variedad de productos, su posición en cualquier producto específico no es profunda. El riesgo se dispersa entre más de 30 000 unidades de existencia en inventario (stockkeeping units, SKU) en un supermercado normal. Un minorista con ventas masivas que ofrece mercancías generales y alimentos suele tener más de 50 000 SKU. Al enfrentar esta amplitud del inventario, los minoristas intentan reducir el riesgo presionando a los fabricantes y mayoristas para que asuman una responsabilidad cada vez más grande por el inventario. La devolución del inventario al canal ha hecho que la demanda del minorista a los mayoristas y fabricantes se realice mediante entregas rápidas de embarques con productos mixtos. Los minoristas especializados, en contraste con los de ventas masivas, suelen tener una menor amplitud del riesgo del inventario, como consecuencia de manejar surtidos más estrechos. Sin embargo, deben asumir mayor riesgo con respecto a la profundidad y la duración de mantener el inventario.

Si una empresa planea operar en más de un nivel del canal de distribución, debe estar preparada para asumir el riesgo del inventario asociado. Por ejemplo, una cadena de alimentos que opera un almacén regional asume un riesgo mucho más grande con las funciones de la venta al mayoreo que con las operaciones de menudeo normales. En la medida que una empresa se integra de manera vertical, el inventario debe administrarse en varios niveles de la cadena de suministro.

Funcionalidad del inventario

Desde una perspectiva del inventario, la situación ideal sería una cadena de suministro basada en la respuesta. En diversos puntos en los capítulos iniciales, se analizó el aspecto práctico de la implementación de una cadena de suministro completamente basada en la respuesta en términos del costo total y la oportunidad del apoyo al cliente.¹ Aunque no suele ser factible una cadena de

¹ Consulte los capítulos 1 y 3.

TABLA 6.1
Las funciones del inventario

Especialización geográfica	Permite un posicionamiento geográfico a través de diversas unidades de fabricación y de distribución de una empresa. El inventario conservado en diferentes lugares y etapas del proceso de creación de valor permite la especialización.
Desacoplamiento	Permite una economía de escala dentro de una sola planta y que cada proceso opere a su máxima eficiencia, en vez de tener la velocidad de todo el proceso limitada por la actividad más lenta.
Equilibrio suministro/demanda	Atiende el tiempo transcurrido entre la disponibilidad del inventario (fabricación, abasto, desabasto) y el consumo.
Disminución de la incertidumbre	Atiende la incertidumbre relacionada con la demanda en exceso predicha o los retrasos inesperados en la recepción y el procesamiento de pedidos durante la entrega, y se suele considerar como las existencias de seguridad.

suministro con inventario cero, es importante recordar que cada dólar invertido en el inventario es un compromiso con utilizarlo de otro modo en el activo.

El inventario es un activo corriente que debe producir un retorno sobre el capital invertido. El retorno en las inversiones del inventario es la ganancia marginal en las ventas que no ocurriría sin el inventario. Los expertos en contabilidad han reconocido desde hace mucho tiempo que es difícil medir el costo y los beneficios verdaderos del inventario en las ganancias y pérdidas de la empresa.² La falta de sofisticación en la medición, dificulta evaluar las soluciones intermedias entre los niveles de servicio, las deficiencias operativas y los niveles del inventario. Aunque han disminuido los niveles del inventario agregado a través de los sectores de la economía, muchas empresas todavía llevan un inventario promedio que excede sus requerimientos empresariales reales. Las fuerzas que impulsan esta generalización se comprenden mejor mediante un repaso de las funciones principales del inventario, resumidas en la tabla 6.1.

Estas cuatro funciones; **especialización geográfica, desacoplamiento, equilibrio en suministro y demanda**, así como **disminución de la incertidumbre**, requieren una inversión en el inventario para lograr los objetivos operativos. Si bien la logística, analizada en el capítulo 2, ha hecho avances significativos en la reducción del inventario general de la cadena de suministro, el inventario con un desempeño adecuado crea un valor que reduce el costo total. Dada una estrategia específica de fabricación /mercadotecnia, los inventarios planeados y comprometidos con las operaciones sólo se reducen a un nivel uniforme al realizar las cuatro funciones del inventario. Todos los inventarios que exceden el nivel mínimo representan compromisos excesivos.

En el nivel mínimo, el inventario invertido para lograr una especialización geográfica y un desacoplamiento sólo se modifica mediante cambios en la ubicación de la planta de la red y en los procesos operativos de la empresa. El nivel mínimo de inventario requerido para equilibrar el suministro y la demanda depende de la capacidad para estimar los requerimientos estacionales. Con la experiencia acumulada durante varios períodos estacionales, se puede proyectar bastante bien el inventario requerido para lograr ventas marginales durante períodos de alta demanda, y se puede formular un plan con base en esta experiencia.

Los inventarios comprometidos con las existencias de seguridad tienen el mayor potencial de mejorar el desempeño logístico. Estos compromisos son de naturaleza operativa y se pueden ajustar rápidamente en caso de un error o cambio de política. Existen diversas técnicas para ayudar a la administración a planear los compromisos de las existencias de seguridad. El objetivo de este capítulo se centra en el análisis de las relaciones y la formulación de una política para las existencias de seguridad.

²Douglas M. Lambert, *The Development of an Inventory Costing Methodology*, Chicago: National Council of Physical Distribution Management, 1976, p. 3; e *Inventory Carrying Cost, Memorandum 611*, Chicago: Drake Sheahan/Stewart Dougall, Inc., 1974.

Definiciones de inventario

Al formular una política del inventario, deben considerarse las relaciones específicas de éste. La administración debe comprender estas relaciones para determinar la política del inventario acerca de cuándo hacer y cuánto incluir en un pedido. La política del inventario dirige el desempeño deseado. Los dos indicadores importantes del desempeño del inventario son el nivel de servicio y el inventario promedio.

Política del inventario

La política del inventario consiste en los lineamientos acerca de qué adquirir o fabricar, cuándo efectuar acciones y en qué cantidad. También incluye las decisiones acerca del posicionamiento geográfico del inventario. Por ejemplo, algunas empresas pueden decidir aplazar el posicionamiento del inventario al mantener las existencias en la planta. Otras pueden usar una estrategia más especulativa de posicionamiento del producto en los mercados locales o en los almacenes regionales. El desarrollo de una política sólida del inventario es la dimensión más difícil en cuanto a la administración del mismo.

Un segundo aspecto de la política se relaciona con la práctica de la administración del inventario. Un método es administrarlo de manera independiente en cada planta de conservación de existencias. En el otro extremo está la administración central de todos los lugares donde se concentran existencias. La administración centralizada del inventario requiere una comunicación y una coordinación eficaces. La mayor disponibilidad de tecnología de la información y los sistemas de planeación integrados permiten que más empresas implementen la planeación centralizada del inventario.

Nivel de servicio

El nivel de servicio es un objetivo del desempeño especificado por la administración. Define los objetivos de desempeño del inventario. El nivel de servicio se mide en términos de un tiempo de ciclo de pedido, de las tasas de abastecimiento de contenidos, de la línea y de pedidos, o cualquier combinación de ellos. El **ciclo de desempeño** es el tiempo transcurrido entre la liberación de un pedido de compras por un comprador hasta la recepción del embarque. La **tasa de abastecimiento de contenidos** es el porcentaje de contenedores o unidades de un pedido que se embarca según lo solicitado. Por ejemplo, una tasa de abastecimiento de contenidos de 95% indica que, en promedio, se llenan 95 contenedores de 100 de las existencias disponibles. Los cinco restantes se envían después o se cancelan. La **tasa de abastecimiento de la línea** es el porcentaje de líneas del pedido llenas por completo. El **abastecimiento del pedido** es el porcentaje de los pedidos del cliente aprovisionados por completo.

La administración del inventario es un elemento importante de la estrategia logística de la cadena de suministro que debe integrarse para lograr los objetivos generales de servicio. Aunque una estrategia para lograr un nivel de servicio alto es aumentar el inventario, se pueden utilizar el transporte rápido y la colaboración con los clientes y proveedores de servicios como un método alterno para reducir la incertidumbre.

Inventario promedio

Los materiales, los componentes, el trabajo en proceso y el producto terminado se suelen almacenar en el sistema logístico y se denominan el **inventario promedio**. Desde el punto de vista de las políticas de administración del inventario, deben planearse objetivos del mismo para cada planta. La figura 6.1 ilustra los ciclos de desempeño para un artículo en un lugar. Como máximo, la planta tiene 70 000 dólares en existencias durante el ciclo de desempeño normal y un mínimo de 30 000 dólares. La diferencia entre estos dos niveles, 40 000 dólares ($70\ 000 - 30\ 000$), es la cantidad del pedido, lo que produce un inventario de ciclo de 20 000 dólares. El inventario del ciclo o existencias básicas es la porción del inventario promedio que es resultado del reabasto. El nivel de existencias está al máximo después que el proveedor entrega existencias. Los clientes agotan el inventario hasta que el nivel de existencias llega a su mínimo. Antes de que el nivel de existencias sea mínimo, se inicia un pedido de reabasto para que ese inventario llegue antes de que se agoten las existencias. El pedido de reabasto debe iniciarse cuando el inventario disponible es menor que o igual a la demanda predicha durante el tiempo del ciclo de desempeño. La cantidad solicitada para reabasto se denomina **cantidad del pedido**. Con esta fórmula básica para los pedidos, el inventario del ciclo promedio o existencias básicas es igual a la mitad de la cantidad del pedido. La

FIGURA 6.1
El ciclo del inventario para un producto común

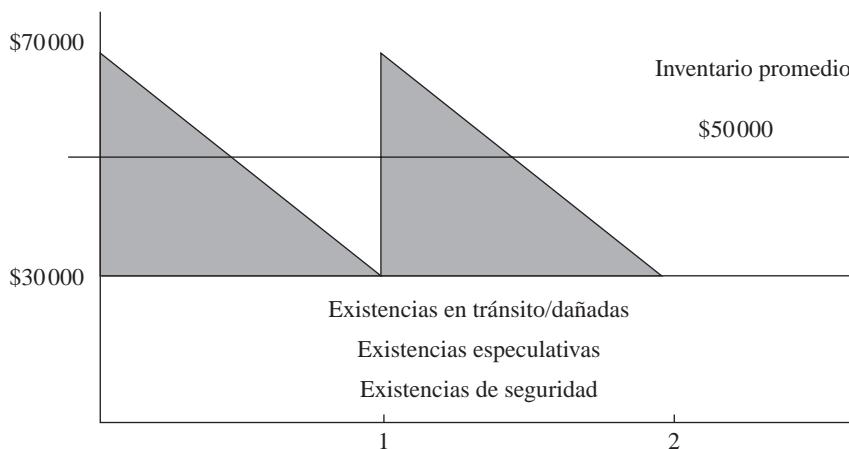
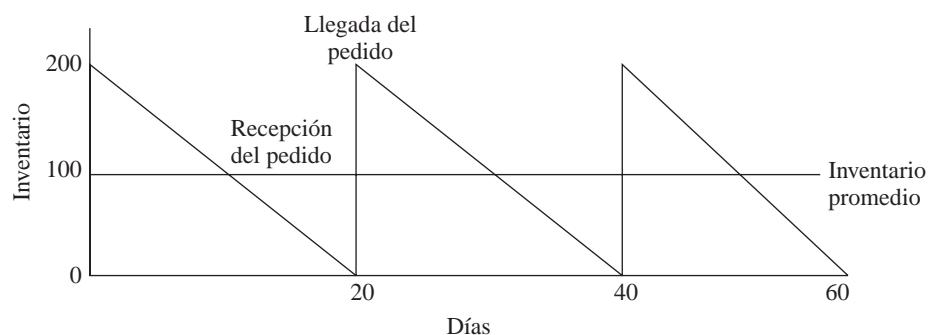


FIGURA 6.2
Recepción entre el inventario con ventas regulares y el ciclo de desempeño



mayor parte del inventario en el sistema logístico normal son las **existencias de seguridad**. Éstas se conservan en un sistema logístico como protección contra la incertidumbre de la demanda y el ciclo de desempeño; además, sólo se utilizan cerca del fin de los ciclos de reabasto, cuando la incertidumbre ha causado una demanda mayor que la esperada o tiempos del ciclo de desempeño más largos de lo esperado. Por lo tanto, el inventario promedio es **la mitad de la cantidad del pedido más las existencias de seguridad**.

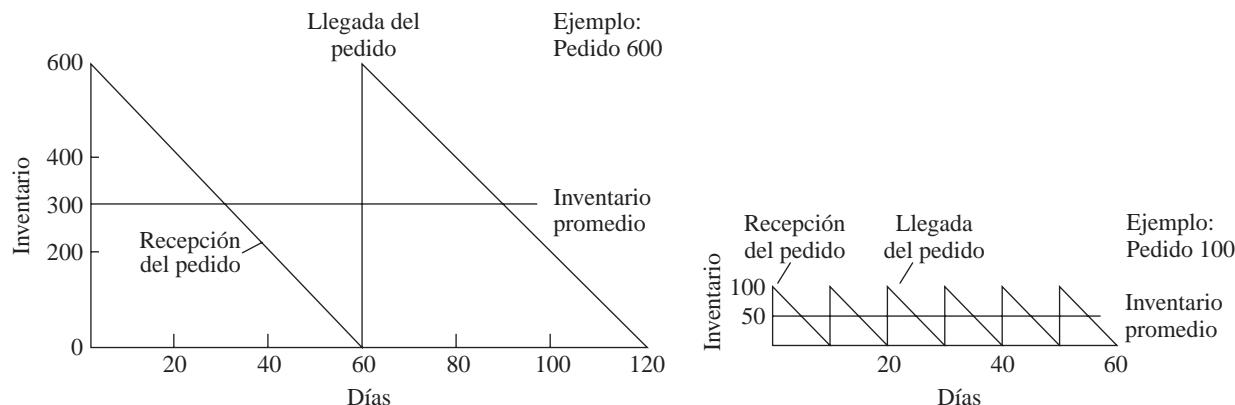
Inventario promedio a través de varios ciclos de desempeño

En la formulación inicial de la política de administración del inventario, es necesario determinar cuánto pedir en un tiempo especificado. Por ejemplo, suponga que el ciclo de desempeño de reabasto es una constante de 10 días y una tasa de ventas diarias de 10 unidades cada día. Suponga también que la cantidad del pedido son 200 unidades.

La figura 6.2 ilustra esta relación. Este tipo de gráfico se denomina **diagrama dentado** por la serie de triángulos rectos. Dado que existe una completa certeza acerca del uso y el ciclo de desempeño, los pedidos se programan para que lleguen justo cuando se vende la última unidad. Por lo tanto, no se incluyen existencias de seguridad. Como la tasa de ventas en el ejemplo es de 10 unidades por día y se requieren 10 días para completar el reabasto del inventario, una política sólida del momento para un pedido nuevo sería pedir 200 unidades cada 20 días. Dadas estas condiciones, se puede especificar la terminología común relacionada con la formulación de una política.

Primero, el **punto para un pedido nuevo** se especifica como 100 unidades disponibles. El punto para un pedido nuevo define cuándo se inicia un pedido de reabasto. En este ejemplo, cuando la cantidad disponible es menor que 100, se hace un pedido adicional de 200 unidades. El resultado de esta política es que el nivel del inventario diario va de un máximo de 200 a un mínimo de cero durante el ciclo de desempeño.

Segundo, el inventario promedio son 100 unidades, porque las existencias disponibles son mayores de 100 unidades la mitad del tiempo, o 10 días, y son menores de 100 unidades la otra mitad del tiempo. De hecho, el inventario promedio es igual a una mitad de la cantidad del pedido de 200 unidades.

FIGURA 6.3 La cantidad alterna del pedido y el inventario promedio

Tercero, se supone que en un año laboral de 240 días se requerirán 12 compras durante el año. Por lo tanto, durante un periodo de un año se comprarán 200 unidades 12 veces para un total de 2 400 unidades. Se espera que las ventas sean iguales a 10 unidades por día durante 240 días para un total de 2 400 unidades. Como se analizó antes, el inventario promedio son 100 unidades. Por lo tanto, las **rotaciones del inventario** serán 24 (2 400 ventas totales/100 unidades de inventario promedio).

Con el tiempo, el simple aburrimiento de tales operaciones rutinarias conduciría a la administración a formular algunas preguntas relacionadas con la disposición. ¿Qué ocurría si se hicieran pedidos con más frecuencia que uno cada 20 días? ¿Por qué no hacer un pedido de 100 unidades cada 10 días? ¿Por qué hacer un pedido cada 20 días? ¿Por qué no hacer un pedido nuevo de 600 unidades una vez cada 60 días? Suponiendo que el ciclo de desempeño del inventario permanece constante 10 días, ¿cuál sería el impacto de cada una de estas políticas alternas de pedidos en el punto para un pedido nuevo, en el inventario básico promedio y en la rotación del inventario?

La política de pedir un volumen más pequeño de 100 unidades cada 10 días significa que dos pedidos siempre estarían pendientes. Por lo tanto, el punto para un pedido nuevo se mantendría en 100 unidades disponibles o en un pedido para atender las ventas diarias promedio de 10 unidades durante el ciclo del inventario de 20 días. Sin embargo, el inventario disponible promedio disminuiría a 50 unidades y la rotación del inventario aumentaría a 48 veces por año. La política de pedir 600 unidades cada 60 días produciría un inventario básico promedio de 300 unidades y una rotación de aproximadamente ocho veces al año. Estas políticas alternas de pedidos se ilustran en la figura 6.3.

La figura muestra que el inventario promedio es una función de la cantidad para hacer un pedido nuevo. Las cantidades de pedidos de reabasto más pequeñas producen un inventario promedio más bajo, pero existen otros factores como la incertidumbre del ciclo de desempeño, los descuentos por compras y las economías de transporte que son importantes al determinar la cantidad del pedido.

Se puede determinar una política exacta de la cantidad del pedido al equilibrar el costo de hacer un pedido y el de mantener un inventario promedio. El modelo de la **cantidad económica de pedido (Economic Order Quantity, EOQ)** proporciona una cantidad específica que equilibra estos dos componentes fundamentales del costo. Al determinar la EOQ y dividirla entre la demanda anual, se identifican la frecuencia y el tamaño de los pedidos de reabasto que minimizan el costo total del ciclo del inventario. Antes de revisar la EOQ, es necesario identificar los costos que se suelen asociar con los pedidos y el mantenimiento del inventario.

Inventario de costo por existencias

El **costo por mantener un inventario** o **costo por existencias** son los gastos asociados con el mantenimiento del inventario. Este gasto se calcula al multiplicar el porcentaje del costo anual por existencias, por el valor promedio del inventario. La práctica contable común es valorar el inventario en su costo de compra o de fabricación normal, en vez de su precio de venta.

Si se supone un porcentaje del costo por mantener un inventario anual de 20%, el gasto anual del inventario para una empresa con 1 millón de dólares en inventario promedio sería: \$200 000 (20% × \$1 000 000). Aunque el cálculo del gasto por mantener un inventario es básico, es menos obvio determinar el costo correcto por mantener un inventario.

Determinar el porcentaje de costo por mantener un inventario requiere asignar los costos relacionados con el inventario. Las cuentas financieras relevantes para el porcentaje de costo por mantener un inventario son: el capital, los seguros, la obsolescencia, el almacenamiento y los impuestos. Aunque el costo del capital suele basarse en una política administrativa, los impuestos, el seguro, la obsolescencia y el almacenamiento relacionados con el gasto varían, dependiendo de los atributos específicos de los productos individuales.

Capital

Es muy variable el cargo correcto para aplicar al capital invertido en el inventario. Las valoraciones del capital van desde la tasa de interés primo hasta un porcentaje más alto determinado por la administración. La lógica para utilizar la tasa de interés primo o una tasa especificada estimada con la tasa prima es que el efectivo para reemplazar el capital invertido en el inventario se puede obtener en los mercados de dinero a esa tasa. Los costos de capital más altos especificados por la administración se basan en el retorno esperado u objetivo sobre la inversión del capital empleado. Tales tasas objetivo se denominan tasas de **retorno**.

Suele surgir una confusión porque la administración no establece una política definida de costo del capital. Para la planeación logística de la cadena de suministro, el costo del capital debe especificarse con claridad porque tiene un impacto significativo en el diseño y en el desempeño del sistema.

Impuestos

Las autoridades tributarias locales en muchas áreas valoran los impuestos sobre la inversión que se mantiene en los almacenes. La tasa tributaria y los medios de valoración varían en cada lugar. El gasto tributario suele ser una imposición basada en el nivel de inventario en un día específico del año o el nivel promedio del inventario durante un periodo.

Seguro

El costo del seguro es un gasto basado en el riesgo estimado o en la pérdida durante un tiempo. El riesgo por pérdida depende del producto y de la planta que lo guarda. Por ejemplo, los productos de valor alto que son factibles de hurto y los productos peligrosos tienen un costo de seguro alto. Las características de una planta que ayudan a reducir el riesgo, como cámaras y sistemas aspersores, también afectan el costo del seguro. Desde el 11 de septiembre de 2001, los problemas relacionados con el riesgo por terrorismo han provocado un mayor interés en el diseño de la cadena de suministro.

Obsolescencia

El costo por obsolescencia es el resultado del deterioro del producto durante el almacenamiento. Un ejemplo principal de la obsolescencia son los productos que envejecen más allá de la fecha de venta recomendada, como los alimentos y los medicamentos. La obsolescencia también incluye la pérdida financiera cuando un producto deja de estar de moda. Los costos por obsolescencia se suelen estimar con base en experiencias anteriores relacionadas con rebajas, donaciones o cantidades destruidas. Este gasto es el porcentaje del valor promedio del inventario que se declara obsoleto cada año.

Almacenamiento

El costo de almacenamiento es el gasto de la planta relacionado con mantener un producto en vez de manejarlo. El costo del almacenamiento debe asignarse en los requerimientos de los productos específicos porque no se relaciona directamente con el valor del inventario. En los almacenes públicos o por contrato, el almacenamiento se cobra de manera individual. Después, el costo de

TABLA 6.2
Los componentes del costo por mantener un inventario

Concepto	Porcentaje promedio	Rangos del porcentaje
Costo de capital	10.00%	4-40%
Impuestos	1.00	.5-2
Seguro	.05	0-2
Obsolescencia	1.20	.5-2
Almacenamiento	2.00	0-4
Totales	14.25%	5-50%

la ocupación total anual para un producto determinado se asigna al multiplicar el espacio físico diario promedio ocupado por el factor de costo estándar para un tiempo especificado. Esta cifra puede ser dividida entre el número total de unidades de mercancía procesadas por la planta para determinar el costo promedio de almacenamiento por unidad de mercancía.

La tabla 6.2 muestra los componentes del costo anual por mantener el inventario y el rango normal de los mismos. Debe ser evidente que el porcentaje del costo por mantener el inventario final utilizado por una empresa es una cuestión de políticas administrativas. Las decisiones relacionadas con el costo del inventario son importantes porque se comparan contra otros componentes del costo logístico en las decisiones de diseño y operación del sistema.

Planeación del inventario

La planeación del inventario consiste en determinar cuándo hacer y cuánto incluir en un pedido. Cuándo hacer el pedido se determina mediante el promedio de la variación en la demanda y el reabasto. Cuánto incluir en el pedido se determina mediante la cantidad del pedido. El control del inventario es el proceso de vigilar el estado del inventario.

Cuándo hacer un pedido

Como se analizó antes, el punto para un pedido nuevo define cuándo debe iniciarse un embarque de reabasto. Un punto para un pedido nuevo puede ser especificado en términos del suministro de unidades o días. Este análisis se concentra en determinar los puntos para un pedido nuevo bajo condiciones de certeza de la demanda y del ciclo de desempeño.

La fórmula básica del punto para un pedido nuevo es:

$$R = D \times T,$$

en donde

R = el punto para un pedido nuevo, en unidades;

D = la demanda promedio diaria, en unidades; y

T = la duración promedio del ciclo de desempeño, en días.

Para ilustrar este cálculo, suponga una demanda de 20 unidades/día y un ciclo de desempeño de 10 días. En este caso:

$$\begin{aligned} R &= D \times T, \\ &= 20 \text{ unidades/día} \times 10 \text{ días} \\ &= 200 \text{ unidades.} \end{aligned}$$

Un modo alterno es definir el punto para un pedido nuevo en términos de los días de suministro. Para el ejemplo anterior, los días del punto para un pedido nuevo son 10 días.

La utilización de las formulaciones del punto para un pedido nuevo implica que el embarque de reabasto llegará según lo programado. Cuando existe incertidumbre en la demanda con la duración del ciclo de desempeño, se requieren existencias de seguridad. Cuando son necesarias existencias de seguridad para atender la incertidumbre, la fórmula del punto para un pedido nuevo es:

$$R = D \times T + SS,$$

en donde

R = el punto para un pedido nuevo, en unidades;

D = la demanda promedio diaria, en unidades;

T = la duración promedio del ciclo de desempeño, en días; y

SS = las existencias de seguridad, en unidades.

El cálculo de las existencias de seguridad bajo condiciones de incertidumbre se analizará más adelante en este capítulo.

Cuánto incluir en el pedido

El tamaño de los lotes equilibra el costo de mantener el inventario con el costo del pedido. La clave para comprender la relación es recordar que el inventario promedio es igual a la mitad de la cantidad del pedido. Por lo tanto, entre más grande es la cantidad del pedido, más grande es el inventario promedio y, en consecuencia, más grande es el costo anual de mantener el inventario. Sin embargo, entre más grande es la cantidad del pedido, se requieren menos pedidos por periodo de planeación y, por lo tanto, es más bajo el costo total de los pedidos. Las fórmulas de la cantidad de los lotes identifican las cantidades precisas en las que el costo total combinado anual de mantener el inventario y de los pedidos es más bajo para un volumen de ventas específico. La figura 6.4 ilustra las relaciones. El punto en el que se minimiza la suma del costo de los pedidos y del mantenimiento del inventario representa el costo total más bajo. El objetivo es identificar la cantidad de los pedidos que minimice el costo total de mantener el inventario y los pedidos.

Cantidad económica de pedido (EOQ)

La EOQ es la práctica de reabasto que minimiza el costo combinado de mantener el inventario y el costo de los pedidos. La identificación de esa cantidad supone que la demanda y los costos son relativamente estables durante el año. Dado que la EOQ se calcula con base en los productos individuales, la fórmula básica no considera el impacto de hacer pedidos con varios productos.

FIGURA 6.4
La cantidad económica del pedido

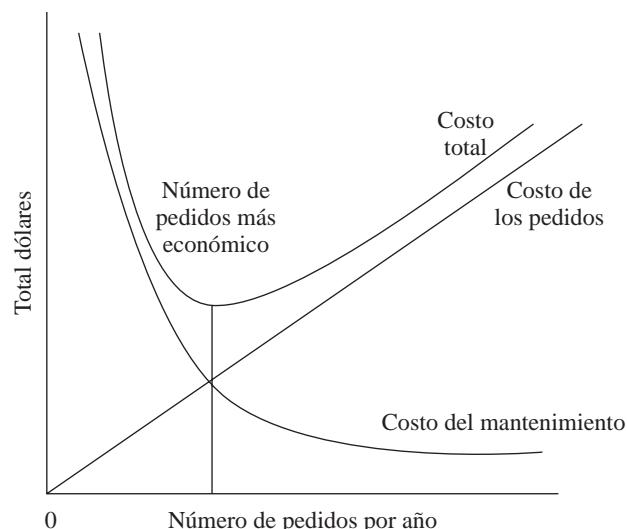


TABLA 6.3
Factores para determinar la EOQ

Volumen anual de la demanda	2 400 unidades
Valor unitario en el costo	5.00 dólares
Porcentaje del costo por mantener el inventario	20% anual
Costo de los pedidos	19.00 dólares por pedido

El método más eficiente para calcular la EOQ es matemático. Anteriormente, en este capítulo, se presentó un dilema de la política acerca de si hacer un pedido por 100, 200 o 600 unidades. La respuesta puede encontrarse calculando la EOQ aplicable para esta situación. La tabla 6.3 contiene la información necesaria.

Para hacer los cálculos adecuados, la fórmula estándar para la EOQ es:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_iU}}$$

en donde

EOQ = cantidad económica del pedido;

C_o = costo por pedido;

C_i = costo anual de mantener un inventario

D = volumen anual de ventas, en unidades; y

U = costo por unidad

Al sustituir a partir de la tabla 6.3:

$$\begin{aligned}\text{EOQ} &= \sqrt{\frac{2 \times 19 \times 2400}{0.20 \times 5.00}} \\ &= \sqrt{91200} \\ &= 302 \text{ (redondear a 300).}\end{aligned}$$

El importe del costo total de los pedidos es 152 dólares ($2400/300 \times 19.00$ dólares) y del costo por mantener el inventario es 150 dólares [$300/2 \times (5 \times 0.20)$]. Por lo tanto, al redondear para hacer pedidos en múltiplos de 100 unidades, se han igualado el costo anual de volver a hacer un pedido y el costo de mantener un inventario.

Para aprovechar la disposición de compras más económica, los pedidos deben hacerse en cantidades de 300 unidades, en vez de 100, 200 o 600. Por lo tanto, durante el año se harían ocho pedidos y el inventario básico promedio sería de 150 unidades. Al remitirnos a la figura 6.4 podemos observar el impacto de hacer pedidos en cantidades de 300, en vez de 200. Una EOQ de 300 implica que se ha introducido al sistema un inventario adicional en la forma de existencias básicas. El inventario promedio ha aumentado de 100 a 150 unidades disponibles.

Aunque el modelo EOQ determina la cantidad de reabasto óptima, requiere algunas suposiciones bastante rigurosas. Las suposiciones principales del modelo EOQ simple son: 1) se satisface toda la demanda; 2) la tasa de demanda es continua, constante, y conocida; 3) el tiempo del ciclo de desempeño de reabasto es constante y conocido; 4) existe un precio constante del producto y es independiente de la cantidad del pedido o el tiempo; 5) existe un horizonte de planeación infinito; 6) no hay interacción entre varios artículos del inventario; 7) nada del inventario está en tránsito; y 8) no existen límites en la disponibilidad del capital. Las restricciones impuestas por algunas de estas suposiciones se superan mediante extensiones en el cálculo; sin embargo, el concepto EOQ ilustra la importancia de las soluciones intermedias asociadas con el costo de mantener un inventario y el costo de los pedidos de reabasto.

Las relaciones que incluyen fórmulas del ciclo de desempeño del inventario, el costo del inventario y las cantidades económicas de pedido, son útiles para guiar la planeación del inventario. Primero, se encuentra la EOQ en donde son iguales el costo anual de los pedidos y el costo de mantener un inventario. Segundo, el inventario básico promedio es igual a la mitad de la cantidad

TABLA 6.4
Los requerimientos de datos de la EOQ para considerar economías del transporte

Volumen anual de la demanda	2 400 unidades
Valor unitario en el costo	5.00 dólares
Porcentaje del costo por mantener el inventario	20% anual
Costo de los pedidos	19.00 dólares por unidad
Tasa de embarques pequeños	1.00 dólar por unidad
Tasa de embarques grandes	0.75 de dólar por unidad

del pedido. Tercero, el valor de la unidad del inventario, mientras todas las demás consideraciones permanezcan constantes, tendrá una relación directa con la frecuencia de los pedidos de reabasto. De hecho, entre más alto es el valor del producto, con más frecuencia se hará un pedido.

Si bien la fórmula de la EOQ es bastante directa, existen otros factores que deben considerarse en una aplicación real. Estos factores se refieren a los diversos ajustes necesarios para aprovechar las situaciones de compras especiales y las características de la formación de unidades. Tres ajustes comunes son las tasas de transporte por volumen, los descuentos por cantidades y otros ajustes de la EOQ.

Tasas de transporte por volumen

En la fórmula de la EOQ, no se considera el impacto del costo del transporte en la cantidad de un pedido. Sin tomar en cuenta si el producto se vende y se entrega o la propiedad se transfiere en el origen, los participantes de la cadena de suministro deben pagar el costo del transporte. Son esenciales los esfuerzos de colaboración para hacer pedidos en cantidades que minimicen el costo total para las disposiciones logísticas sólidas.

Como regla general, entre más grande es el peso de un pedido, más bajo es el costo por libra de transporte desde cualquier origen a un destino.³ Un descuento en la tasa de flete por embarques más grandes es común en todos los modos de transporte. Por lo tanto, al ser constantes las demás consideraciones, las disposiciones de la cadena de suministro deben facilitar las cantidades que ofrezcan máximas economías de transporte. Dichas cantidades pueden ser más grandes que la cantidad de compra de la EOQ. Aumentar el tamaño del pedido tiene un impacto doble en el costo del inventario. Suponga por ejemplo que la tasa de transporte más conveniente se obtiene cuando la cantidad del pedido es de 480, en comparación con el pedido recomendado por la EOQ de 300 calculado anteriormente. El primer impacto del pedido más grande es que aumenta el inventario básico promedio de 150 a 240 unidades. Por lo tanto, hacer pedidos en cantidades más grandes aumenta el costo de mantener el inventario.

El segundo impacto es una disminución en el número de pedidos requeridos para satisfacer los requerimientos anuales. Esto aumenta el tamaño de los embarques, lo cual facilita el costo de transporte por unidad más bajo.

Para completar el análisis es necesario formular el costo total con y sin los ahorros en el transporte. Aunque este cálculo se puede hacer directamente al modificar la fórmula de la EOQ, una comparación directa proporciona una respuesta más ilustrativa. Los únicos datos adicionales requeridos son la tasa de flete aplicable para los pedidos en cantidades de 300 y 480. La tabla 6.4 aporta los datos necesarios para completar el análisis.

La tabla 6.5 ilustra el análisis del costo total. La reducción del costo total anual mediante la compra de 480 unidades cinco veces al año, en vez de la solución EOQ original de 300 unidades ocho veces al año, produce un ahorro de aproximadamente 570 dólares.

No puede pasarse por alto el impacto de las tasas de transporte por volumen en el costo total de la adquisición. En el ejemplo anterior la tasa equivalente por unidad disminuyó de 1 dólar a 0.75 de dólar, o 25%. Por lo tanto, debe probarse la sensibilidad del costo de transporte de cualquier EOQ por todo el rango de niveles de peso.

³ Para determinar las tasas de transporte, la cantidad unitaria debe convertirse a peso.

TABLA 6.5
Costo de transporte
al modificar la EOQ

	Alternativa 1: $EOQ_1 = 300$	Alternativa 2: $EOQ_2 = 480$
Costo de mantener un inventario	\$150	\$240
Costo de los pedidos	\$152	\$95
Costo del transporte	\$2 400	\$1 800
Costo total	\$2 702	\$2 135

TABLA 6.6
Ejemplo de descuen-
tos por cantidad

Costo	Cantidad adquirida
\$5.00	1-99
4.50	100-200
4.00	201-300
3.50	301-400
3.00	401-500

Otro punto ilustrado en los datos de la tabla 6.5 es el hecho de que los cambios sustanciales en el tamaño de un pedido y en el número de pedidos realizados durante el año producen sólo un cambio modesto en el costo total de los pedidos y de mantener el inventario. La EOQ de 300 tuvo un costo total anual de 302 dólares, mientras que la cantidad de pedido revisada tuvo un costo comparativo de 335 dólares.

Las fórmulas de la EOQ son mucho más sensibles a cambios significativos en el ciclo o la frecuencia de los pedidos. Asimismo, son necesarios cambios sustanciales en los factores de costos para modificar de manera significativa la cantidad económica de pedido.

Por último, vale la pena observar dos factores acerca del costo del inventario bajo condiciones de compras de origen. Las compras de origen FOB (Free On Board, libre a bordo) significan que el comprador es el responsable del costo y el riesgo del flete mientras el producto está en tránsito. Es evidente que debe considerarse cualquier cambio en una sección de peso que conduzca a un método de embarque con un tiempo de tránsito diferente, mediante el costo agregado o los ahorros adecuados en un análisis del costo total.

Segundo, el costo del transporte debe agregarse al precio de compra para determinar el valor de los artículos acumulados en el inventario. Una vez recibido el inventario, el costo del producto debe aumentar para reflejar el traslado hacia el interior.

Descuentos por cantidades

Los descuentos por cantidades adquiridas representan una extensión de la EOQ similar a las tasas de transporte por volumen. La tabla 6.6 ilustra un ejemplo de programa de descuentos. Los descuentos por cantidades pueden manejarse directamente con la fórmula EOQ básica al calcular el costo total en cualquier precio de compra relacionado con un volumen específico, igual que en el proceso utilizado al calcular el impacto de la tasa de transporte, para determinar las EOQ asociadas. Si el descuento en cualquier cantidad asociada es suficiente para compensar el costo adicional de mantener el inventario menos el costo reducido del pedido, el descuento por cantidad es una opción viable. Debe señalarse que los descuentos por cantidad y las tasas de transporte por volumen impulsan cantidades de compras más grandes. Esto no necesariamente significa que la compra de costo total más bajo siempre sea una cantidad más grande de la que se tendría bajo una EOQ básica.

Otros ajustes de EOQ

Varias situaciones especiales pueden justificar ajustes en la EOQ básica. Los ejemplos son: 1) el tamaño del lote de producción, 2) la compra de varios artículos, 3) el capital limitado, 4) los camiones dedicados y 5) la formación de unidades. El tamaño de los lotes de producción se refiere a las cantidades más económicas desde una perspectiva de fabricación. La compra de varios artículos

se refiere a situaciones en donde se compra al mismo tiempo más de un producto, de modo que los descuentos por cantidad y por transporte deben considerar el impacto de las combinaciones de productos. El capital limitado describe situaciones con limitaciones presupuestales para la inversión total en el inventario. Debido a que un pedido con varios productos debe hacerse dentro de las limitaciones del presupuesto, las cantidades del pedido deben reconocer la necesidad de asignar la inversión del inventario a través de la línea de productos. Los camiones dedicados pueden afectar la cantidad del pedido porque el camión tiene una consideración de costo fijo.⁴ Una vez que se decide utilizar una flotilla dedicada para transportar el producto de reabasto, la empresa debe intentar adquirir cantidades que utilicen la capacidad disponible por completo. La disponibilidad de la capacidad para el transporte de regreso puede justificar la compra de productos antes de lo determinado por las consideraciones de la EOQ.

Otra consideración al determinar la cantidad de pedido de reabasto es la formación de unidades. Muchos productos se guardan y se trasladan en unidades estándar, como contenedores o tarimas. Debido a que estas unidades estandarizadas suelen ser diseñadas para adaptarse a los vehículos de transporte, puede resultar bastante costoso que la EOQ no refleje las unidades estándar. Por ejemplo, suponga que una cantidad de tarimas completas es de 200 unidades de un producto especificado. La utilización de una EOQ de 300 unidades requeriría embarques de 1.5 tarimas. Desde una perspectiva de manejo o de utilización del transporte, es probable que sea más efectivo pedir una o dos plataformas de manera alterna o permanente.

Administración de la incertidumbre

Para comprender los principios básicos, es útil entender la relación del inventario bajo condiciones de certeza. La fórmula de la política del inventario debe considerar la incertidumbre. Dos tipos de incertidumbre afectan directamente la política del inventario: la **incertidumbre de la demanda** que es la tasa de ventas durante el reabasto del inventario y la **incertidumbre del ciclo de desempeño** que implica la variación en el tiempo de reabasto del inventario.

Incertidumbre de la demanda

La predicción de ventas estima la demanda unitaria durante el ciclo de reabasto del inventario. Incluso con una buena predicción, la demanda durante el ciclo de reabasto suele exceder o quedar atrás de lo planeado. Como protección contra un desabasto cuando la demanda excede la predicción, se agregan al inventario básico existencias de seguridad. Bajo condiciones de incertidumbre en la demanda, el inventario promedio representa la mitad de la cantidad de pedido más las existencias de seguridad. La figura 6.5 ilustra el ciclo de desempeño del inventario bajo condiciones de incertidumbre de la demanda. La línea de guiones representa la predicción. La línea continua

⁴Consulte el capítulo 8. En esas situaciones, el costo del dinero invertido en el inventario debe cobrarse de manera conveniente cuando se paga por los artículos suministrados.

FIGURA 6.5
Relación del inventario, la incertidumbre de la demanda y el ciclo de desempeño constante

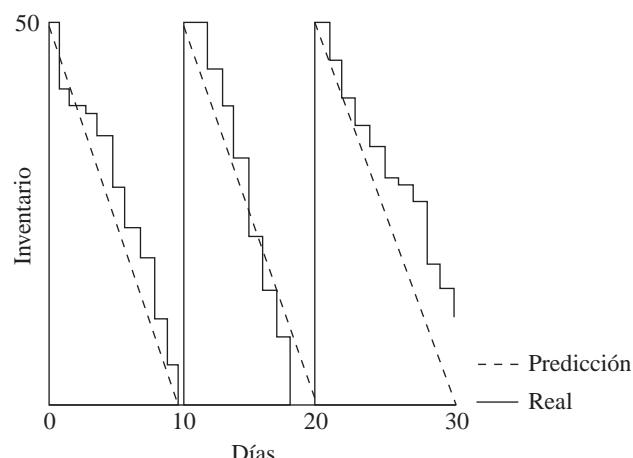


TABLA 6.7
Demandas comunes experimentadas en tres ciclos de reabasto

Ciclo 1 de predicción			Ciclo 2 de desabasto		Ciclo 3 de existencias excesivas	
Día	Demanda	Acumulada	Demanda	Acumulada	Demanda	Acumulada
1	9	9	0	0	5	5
2	2	11	6	6	5	10
3	1	12	5	11	4	14
4	3	15	7	18	3	17
5	7	22	10	28	4	21
6	5	27	7	35	1	22
7	4	31	6	41	2	24
8	8	39	9	50	8	32
9	6	45	Desabasto	50	3	35
10	5	50	Desabasto	50	4	39

ilustra el inventario disponible a través de varios ciclos de desempeño. La tarea de la planeación de existencias de seguridad requiere tres pasos. Primero, debe medirse la probabilidad de que se agoten las existencias. Segundo, debe estimarse la demanda durante un periodo de desabasto. Por último, se requiere una decisión de la política relacionada con el nivel deseado de protección contra el agotamiento de existencias.

Suponga como ejemplo que el ciclo de desempeño del inventario es de 10 días. El histórico indica un rango de ventas diarias de 0 a 10 unidades con ventas diarias promedio de 5 unidades. Se supone que el pedido económico es 50, el punto para volver a hacer un pedido es 50, el inventario promedio planeado es 25 y se predice que las ventas durante el ciclo de desempeño son 50 unidades.

Durante el primer ciclo, aunque la demanda diaria sufrió una variación, se mantuvo el promedio de 5 unidades por día. La demanda total durante el ciclo uno fue de 50 unidades, según lo esperado. Durante el ciclo dos, el total de la demanda fue de 50 unidades en los primeros ocho días, lo cual provocó un agotamiento de existencias. Por lo tanto, no se efectuaron ventas en los días 9 y 10. Durante el ciclo tres, la demanda llegó a un total de 39 unidades. El tercer ciclo de desempeño terminó con 11 unidades restantes en existencias. Durante el periodo de 30 días, las ventas totales fueron 139 unidades, para una venta promedio diaria de 4.6 unidades.

A partir del histórico registrado en la tabla 6.7, se observa que ocurrió un desabasto o agotamiento de existencias en dos días del total de 30. Debido a que las ventas nunca excedieron las diez unidades por día, no existe ninguna posibilidad de desabasto en los primeros cinco días del ciclo de reabasto. Fue posible que se agotaran las existencias entre los días seis y diez ante la remota posibilidad de que la demanda durante los primeros cinco días del ciclo promediara diez unidades por día y no se actualizara el inventario durante el periodo anterior. Debido a que durante los tres ciclos de desempeño se vendieron diez unidades en sólo una ocasión, es evidente que el riesgo real de agotamiento de existencias sólo ocurre durante los últimos días del ciclo de desempeño y, en ese caso, sólo cuando las ventas superan el promedio por un margen sustancial.⁵ Es posible cierta aproximación acerca del potencial de ventas para los días nueve y diez del ciclo dos. Se podrían haber vendido un máximo de 20 unidades si el inventario hubiera estado disponible. Por otra parte, es remotamente posible que incluso si las existencias hubieran estado disponibles, no hubiera ocurrido ninguna demanda en los días nueve y diez. Para una demanda promedio de 4 a 5 unidades por día, una valoración razonable de las ventas perdidas es de 8 a 10 unidades.

Es evidente que el riesgo de desabasto creado por las variaciones en las ventas se limita a un corto tiempo que incluye un pequeño porcentaje de las ventas totales. Aunque el análisis de ventas presentado en la tabla 6.7 ayuda a comprender la oportunidad, todavía no está claro el curso de acción adecuado. Se puede utilizar la probabilidad estadística para ayudar a la administración a planear las existencias de seguridad.

⁵En este ejemplo se utilizan estadísticas diarias. Una alternativa técnicamente más correcta, desde un punto de vista estadístico, es utilizar la demanda durante varios ciclos de desempeño. La principal limitación de los ciclos de pedidos es la longitud del tiempo y la dificultad requerida para recopilar los datos necesarios.

En la tabla 6.8 se ha incluido el histórico de ventas durante el periodo de 30 días como una distribución de frecuencia. El propósito principal de una distribución de frecuencia es observar las variaciones alrededor de la demanda diaria promedio. Con un promedio esperado de cinco unidades por día, la demanda excedió el promedio en 11 días y fue menor que el promedio en 12 días. Un modo alterno de ilustrar una distribución de frecuencia es mediante un gráfico de barras, igual que en la figura 6.6.

Con la frecuencia histórica de la demanda, es posible calcular las existencias de seguridad necesarias para proporcionar un grado específico de protección contra el desabasto. La teoría de las probabilidades se basa en la posibilidad aleatoria de una ocurrencia específica dentro de un gran número de ocurrencias. La situación ilustrada emplea una muestra de 28 días. En una aplicación real, sería conveniente una muestra más grande.

La probabilidad de las ocurrencias supone que hay un patrón alrededor de una medida de la tendencia central, la cual es el valor promedio de todas las ocurrencias. Aunque se pueden utilizar varias distribuciones de frecuencia, la más básica es la **distribución normal**.

Una distribución normal se caracteriza por una curva simétrica en forma de campana, igual que en la figura 6.7. La característica esencial de una distribución normal es que las tres medidas de tendencia central tienen el mismo valor: la **media** (valor promedio), la observación **mediana** (valor intermedio) y la **moda** (el valor más frecuente observado). Cuando estas tres medidas son casi idénticas, la distribución de frecuencia es **normal**.

La base para predecir la demanda durante un ciclo de desempeño mediante una distribución normal es la **desviación estándar** de las observaciones alrededor de las tres medidas de tenden-

TABLA 6.8
Frecuencia de la demanda

Demandas diarias (en unidades)	Frecuencia (días)
Desabasto	2
0	1
1	2
2	2
3	3
4	4
5	5
6	3
7	3
8	2
9	2
10	1

FIGURA 6.6
Análisis histórico de la demanda

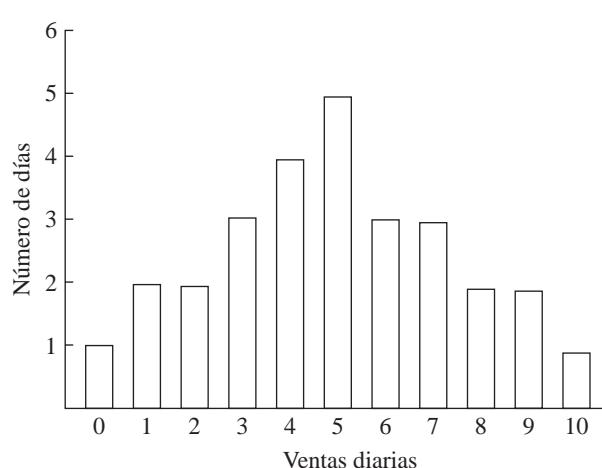
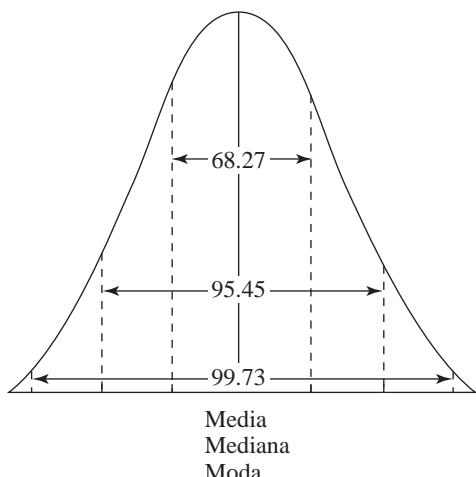


FIGURA 6.7
La distribución normal



cia central. Esta desviación estándar es la dispersión de los eventos dentro de áreas especificadas bajo la curva normal. En la aplicación de la administración del inventario, los eventos son las ventas unitarias por día y la dispersión es la variación en las ventas diarias. Dentro de una desviación estándar, ocurren 68.27% de todos los eventos. Esto significa que dicho porcentaje de los días durante un ciclo de desempeño se experimentarán ventas diarias dentro de la desviación estándar de ± 1 de las ventas promedio diarias. Dentro de ± 2 desviaciones estándar, ocurren 95.45% de todos los eventos. En ± 3 desviaciones estándar, se incluyen 99.73% de todos los eventos. En términos de una política del inventario, la desviación estándar proporciona un método para estimar las existencias de seguridad requeridas para lograr un grado especificado de protección contra el desabasto.

El primer paso al establecer existencias de seguridad es calcular la desviación estándar. Casi todas las calculadoras y hojas de cálculo determinan la desviación estándar, pero si no está disponible uno de estos recursos, otro método para calcular la desviación estándar es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum F_i D_i^2}{n}}$$

en donde

σ = desviación estándar;

F_i = frecuencia del evento i ;

D_i = desviación del evento de la media para el evento i ; y

n = total de observaciones disponibles.

Los datos necesarios para determinar la desviación estándar están en la tabla 6.9.

La desviación estándar de los datos de la tabla 6.9 se redondea a 3 unidades. Al establecer las existencias de seguridad, dos desviaciones estándar de protección, o 6 unidades, protegerían contra 95.45% de todos los eventos incluidos en la distribución. No obstante, las únicas situaciones de interés al determinar los requerimientos de las existencias de seguridad son los eventos que exceden el valor promedio. No existen problemas acerca del inventario para satisfacer una demanda igual o menor al promedio. Por lo tanto, en 50% de los días, no se requerirán existencias de seguridad. De hecho, la protección de las existencias de seguridad en el nivel de 95% protegerán contra 97.72% de todos los eventos posibles. La cobertura de 95% protegerá todas las situaciones donde la demanda diaria sea ± 2 desviaciones estándar del promedio, más 2.72% del tiempo cuando la demanda es mayor que dos desviaciones estándar abajo del promedio. Este beneficio adicional es el resultado de lo que se denomina aplicación estadística de **un extremo**.

TABLA 6.9
Cálculo de la desviación estándar de la demanda diaria

Unidades	Frecuencia (F_i)	Desviación de la media (D_i)	Desviación al cuadrado (D_i^2)	$F_i D_i^2$
0	1	-5	25	25
1	2	-4	16	32
2	2	-3	9	18
3	3	-2	4	12
4	4	-1	1	4
5	5	0	0	0
6	3	+1	1	3
7	3	+2	4	12
8	2	+3	9	18
9	2	+4	16	32
10	1	+5	25	25
$n = 28$		$\bar{s} = 5$		$\sum F_i D_i^2 = 181$

TABLA 6.10
Cálculo de la desviación estándar de la duración del ciclo de reabasto

Ciclo de desempeño (días)	Frecuencia (F_i)	Desviación de la media (D_i)	Desviación al cuadrado (D_i^2)	$F_i D_i^2$
6	2	-4	16	32
7	4	-3	9	36
8	6	-2	4	24
9	8	-1	1	8
10	10	0	0	0
11	8	+1	1	8
12	6	+2	4	24
13	4	+3	9	36
14	2	+4	16	32
$N = 50 \quad t = 10$				$\sum F_i D_i^2 = 200$
$\sigma = \sqrt{\frac{FD_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{200}{50}} = \sqrt{2} = 2 \text{ días}$				

El ejemplo anterior ilustra el modo en que la probabilidad estadística puede ayudar a cuantificar la incertidumbre de la demanda, pero las condiciones de la demanda no son la única fuente de incertidumbre. También varían los ciclos de desempeño.

Incertidumbre del ciclo de desempeño

Este tipo de incertidumbre considera que las compras no pueden suponer una entrega uniforme. El encargado de planeación debe esperar que la experiencia real del ciclo de desempeño se agrupe cerca del valor esperado y tenga una asimetría hacia una entrega retrasada.

La tabla 6.10 presenta un ejemplo de distribución de frecuencia a través de varios ciclos de desempeño. Aunque 10 días es el valor más frecuente, el reabasto va de seis a 14 días. Si el ciclo de desempeño sigue una distribución normal, se espera que un ciclo de desempeño individual caiga entre ocho y 12 días 68.27% del tiempo.

Desde un punto de vista práctico, cuando los días del ciclo disminuyen a menos de 10, no existe un problema inmediato con las existencias de seguridad. Si el ciclo de desempeño estuviera de manera uniforme bajo el ciclo de desempeño planeado, sería necesario un ajuste en la duración

esperada. La situación con un interés más inmediato ocurre cuando la duración del ciclo de desempeño es mayor de 10 días.

Desde el punto de vista de la probabilidad de que sea mayor de 10 días, la frecuencia de tales ocurrencias, a partir de los datos de la tabla 6.10, se puede replantear en términos de los ciclos de desempeño mayores de 10 días e iguales o menores de 10 días. En los datos del ejemplo, la desviación estándar no cambiaría porque la distribución es normal. Sin embargo, si la experiencia real tuviera una asimetría excesiva respecto a la duración esperada del ciclo, sería más adecuada una **distribución de Poisson**. En este caso, la desviación estándar sería igual a la raíz cuadrada de la media. Como regla general, entre más pequeña es la media, mayor es el grado de la asimetría.

Existencias de seguridad con incertidumbre combinada

La situación normal que enfrenta quien planea el inventario se presenta en la figura 6.8, en donde existe incertidumbre tanto en la demanda como en el ciclo de desempeño. Planear la incertidumbre de la demanda y el ciclo de desempeño requiere combinar dos variables independientes. La duración del ciclo es, cuando menos en el corto plazo, independiente de la demanda diaria. Sin embargo, al establecer existencias de seguridad, debe determinarse el impacto conjunto de la probabilidad de la variación en la demanda y en el ciclo de desempeño. La tabla 6.11 presenta un resumen de las ventas y el desempeño del ciclo de reabasto. La clave para comprender las relaciones posibles de los datos en la tabla 6.11 es el ciclo de desempeño de 10 días. La demanda total durante los 10 días puede ir de 0 a 100 unidades. En cada día del ciclo, la probabilidad de la demanda es independiente del día anterior durante todo el periodo de 10 días. Suponiendo el rango completo

FIGURA 6.8
La incertidumbre combinada de la demanda y el ciclo de desempeño

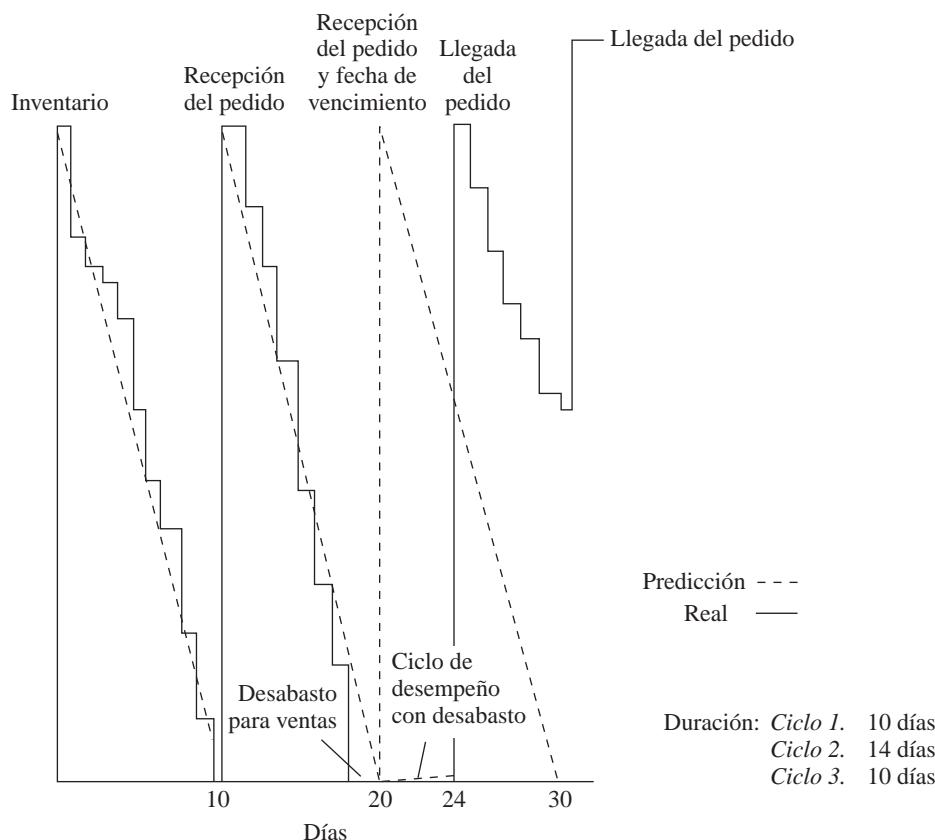


TABLA 6.11
Distribución de frecuencia:
incertidumbre de la demanda y el reabasto

Distribución de la demanda		Distribución del ciclo de reabasto	
Ventas diarias	Frecuencia	Días	Frecuencia
0	1	6	2
1	2	7	4
2	2	8	6
3	3	9	8
4	4	10	10
5	5	11	8
6	3	12	6
7	3	13	4
8	2	14	2
9	2		
10	1		
$n = 28$		$n = 50$	
$D = 5$		$T = 10$	
$S_s = 2.54$		$S_t = 2$	

de situaciones posibles ilustradas en la tabla 6.11, las ventas totales durante un ciclo de desempeño pueden ir de 0 a 140 unidades. Teniendo en mente esta relación básica entre los dos tipos de incertidumbre, se pueden determinar los requerimientos de seguridad mediante procedimientos numéricos o de convolución.

La **combinación numérica** de dos variables independientes implica una expansión multinomial. Este tipo de procedimiento requiere cálculos extensos. Un método directo es determinar las desviaciones estándar de la incertidumbre de la demanda y el ciclo de desempeño, y después aproximar la desviación estándar combinada mediante la fórmula de convolución:

$$\sigma_c = \sqrt{TS_s^2 + D^2S_t^2},$$

en donde

σ_c = desviación estándar de las probabilidades combinadas;

T = tiempo del ciclo de desempeño promedio;

S_t = desviación estándar del ciclo de desempeño;

D = promedio diario de ventas; y

S_s = desviación estándar de las ventas diarias.

Al sustituir a partir de la tabla 6.11,

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \sqrt{10.00(2.54)^2 + (5.00)^2(2)^2} \\ &= \sqrt{64.52 + 100} = \sqrt{164.52} \\ &= 12.83 \text{ (redondear a 13).}\end{aligned}$$

Esta fórmula estima la desviación convulada o estándar combinada de T días con una demanda promedio diaria D cuando las desviaciones estándar individuales son S_t y S_s , respectivamente. El promedio para la distribución combinada es el producto de T y D , o 50.00 (10.00×5.00).

Por lo tanto, dada una distribución de frecuencia de las ventas diarias de cero a 10 unidades por día y un rango en la duración del ciclo de reabasto de seis a 14 días, se requiere 13 unidades

des (una desviación estándar multiplicada por 13 unidades) de existencias de seguridad para proteger 84.14% de todos los ciclos de desempeño. Para proteger en el nivel de 97.72%, son necesarios existencias de seguridad de 26 unidades. Estos niveles suponen una distribución de un extremo, porque no es necesaria una protección contra una demanda en el tiempo de desarrollo abajo del promedio.

Es importante observar que el evento específico contra el que se protege es un desabasto durante el ciclo de desempeño. Los niveles de 68.27 y 97.72% no son niveles de disponibilidad del producto. Estos porcentajes reflejan la probabilidad de un agotamiento de las existencias durante un ciclo de pedido específico. Por ejemplo, con unas existencias de seguridad de 13 unidades, se esperaría que ocurriera un agotamiento de las existencias durante 31.73% ($100 - 68.27$) de los ciclos de desempeño. Aunque este porcentaje indica la probabilidad de que se agoten las existencias, no estima la magnitud. La magnitud relativa del agotamiento de las existencias indica el porcentaje de unidades agotadas en relación con la demanda.

Los requerimientos de un inventario promedio serían 25 unidades si no se necesitaran existencias de seguridad. El inventario promedio con dos desviaciones estándar de las existencias de seguridad es 51 unidades [$25 + (2 \times 13)$]. Este nivel de inventario protegería contra un agotamiento de las existencias durante 97.72% de los ciclos de desempeño. La tabla 6.12 resume las alternativas que enfrenta la planeación en términos de suposiciones y el impacto correspondiente en el inventario promedio.

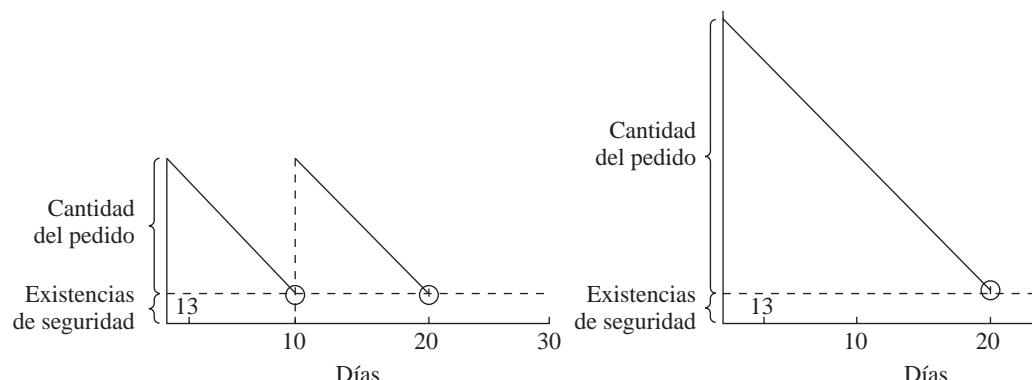
Estimación de la tasa de abastecimiento

La tasa de abastecimiento es la magnitud de un desabasto, y no su probabilidad. La tasa de abasto de contenidos es el porcentaje de unidades que se llenan cuando se solicitan del inventario disponible. La figura 6.9 ilustra mediante dos gráficas la diferencia entre la probabilidad y la magnitud del desabasto; ambas tienen existencias de seguridad de una desviación estándar o 13 unidades. Para las dos situaciones, dado cualquier ciclo de desempeño, la probabilidad de un desabasto es 31.73%. Sin embargo, durante un periodo de 20 días, la figura ilustra dos casos en donde se puede dar un desabasto. Estas instancias son los extremos del ciclo. Si se duplica la cantidad del pedido, el sistema tiene la posibilidad de que se agoten las existencias sólo una vez durante el ciclo de 20

TABLA 6.12
Impacto en el inventario promedio como resultado de cambios en la EOQ

	Cantidad del pedido	Existencias de seguridad	Inventario promedio
Suponer ventas S constantes y un ciclo de desempeño T constante	50	0	25
Suponer una protección en la demanda de $+2\sigma$ y un ciclo de desempeño T constante	50	6	31
Suponer una demanda S constante y una protección de $+2\sigma$ en el ciclo de desempeño	50	20	45
Suponer una protección conjunta de $+2\sigma$ para la demanda y el ciclo de desempeño	50	26	51

FIGURA 6.9 Impacto de la cantidad del pedido en la magnitud del desabasto



días. Por lo tanto, aunque ambas situaciones enfrentan el mismo patrón de demanda, la primera tiene más oportunidades y potencial de que se agoten las existencias. En general, para un nivel específico de existencias de seguridad, aumentar la cantidad del pedido de reabasto disminuye la magnitud relativa de un posible agotamiento de las existencias y, por el contrario, aumenta la disponibilidad del servicio al cliente.

La fórmula matemática de la relación es:

$$SL = 1 - \frac{f(k)\sigma_c}{Q},$$

en donde

SL = la magnitud del desabasto (el nivel de disponibilidad del producto);

$f(k)$ = una función de la curva de pérdida normal que proporciona el área en el extremo derecho de una distribución normal;

σ_c = la desviación estándar combinada considerando la incertidumbre de la demanda y del ciclo de reabasto; y

Q = la cantidad del pedido de reabasto.

TABLA 6.13
Información para determinar las existencias de seguridad requeridas

Nivel de servicio deseado	99%
σ_c	13
Q	300

Para completar el ejemplo, suponga que una empresa desea una tasa de abastecimiento de 99%. Suponga que se calculó que Q eran 300 unidades. La tabla 6.13 resume la información requerida.

Dado que $f(k)$ es el término utilizado para calcular los requerimientos de existencias de seguridad, debe despejarse la ecuación anterior para $f(k)$ mediante una manipulación algebraica. El resultado es:

$$f(k) = (1 - SL) \times (Q/\sigma_c).$$

Al sustituir a partir de la tabla 6.13:

$$\begin{aligned} f(k) &= (1 - 0.99) \times (300/13). \\ &= 0.01 \times 23.08 = .2308. \end{aligned}$$

Después, el valor calculado de $f(k)$ se compara contra los valores de la tabla 6.14 para encontrar el que se aproxime más al valor calculado. Para este ejemplo, el valor de k que se ajusta a la condición es 0.4. El nivel requerido de existencias de seguridad es:

$$SS = k \times \sigma_c,$$

en donde

SS = las existencias de seguridad, en unidades;

k = el factor k que coincide con $f(k)$;

σ_c = la desviación estándar combinada.

Por lo tanto, al sustituir para este ejemplo:

$$\begin{aligned} SS &= k \times \sigma_c \\ &= .04 \times 13 = 5.2 \text{ unidades}. \end{aligned}$$

Las existencias de seguridad requeridas para aportar una tasa de abastecimiento de 99% cuando la cantidad del pedido es de 300 unidades son aproximadamente 5 unidades. La tabla 6.15 mues-

TABLA 6.14
Pérdida en la distribución normal estandarizada

<i>k</i>	<i>f(k)</i>	<i>k</i>	<i>f(k)</i>
0.0	.3989	1.6	.0232
0.1	.3509	1.7	.0182
0.2	.3068	1.8	.0143
0.3	.2667	1.9	.0111
0.4	.2304	2.0	.0085
0.5	.1977	2.1	.0065
0.6	.1686	2.2	.0049
0.7	.1428	2.3	.0037
0.8	.1202	2.4	.0027
0.9	.1004	2.5	.0020
1.0	.0833	2.6	.0015
1.1	.0686	2.7	.0011
1.2	.0561	2.8	.0008
1.3	.0455	2.9	.0005
1.4	.0366	3.0	.0004
1.5	.0293	3.1	.0003

TABLA 6.15
Impacto de la cantidad del pedido en las existencias de seguridad

Cantidad del pedido (<i>Q</i>)	<i>k</i>	Existencias de seguridad	Inventario promedio
300	0.40	5	155
200	0.70	8	108
100	1.05	14	64
50	1.40	18	43
25	1.70	22	34

tra cómo varían los niveles de las existencias de seguridad y del inventario calculados para otras cantidades del pedido. Se puede utilizar un tamaño de pedido más grande para compensar una disminución en los niveles de existencias de seguridad, o viceversa. La existencia de tal solución intermedia implica que existe una combinación de cantidades de pedido de reabasto que producirá el servicio al cliente deseado a un costo mínimo.

Reabasto dependiente de la demanda

En cuanto al reabasto dependiente de la demanda, los requerimientos del inventario son una función de eventos conocidos que no suelen ser aleatorios. Por lo tanto, lo que depende de la demanda no requiere una predicción porque no hay incertidumbre. De esta forma, no son necesarias existencias de seguridad específicas para apoyar un programa de adquisición con fases como DRP.⁶ La noción básica de las fases es que las piezas y subensambles no necesitan mantenerse en el inventario siempre que lleguen cuando se necesitan, justo a tiempo.

El caso para no mantener existencias de seguridad bajo condiciones dependientes de la demanda se basa en dos suposiciones. Primero, el reabasto de adquisición para apoyar la planeación es previsible y constante. Segundo, los vendedores y los proveedores mantienen inventarios adecuados para satisfacer 100% de los requerimientos de compra. La segunda función puede alcanzarse de manera operativa mediante la utilización de contratos de compras orientados al volumen que aseguran a los vendedores y a los proveedores una compra en determinado momento. En tales casos, todavía existe el requerimiento de existencias de seguridad para la cadena de suministro general, aunque el proveedor tiene la responsabilidad principal.

⁶Estos conceptos se analizan más adelante en este capítulo, en la sección Planeación de los requerimientos.

Es más difícil lograr la suposición de la certeza del ciclo de desempeño. Incluso en situaciones donde se utiliza un transporte dedicado, siempre está presente un elemento de incertidumbre. El resultado práctico es que hay existencias de seguridad en casi todas las situaciones dependientes de la demanda.

Se han utilizado tres métodos básicos para introducir las existencias de seguridad en situaciones dependientes de la demanda. Primero, una práctica común es incluir un **tiempo de seguridad** en el plan de requerimientos. Por ejemplo, se hace un pedido de un componente antes de lo necesario para asegurar una entrega oportuna. Un segundo método es aumentar la requisición en una cantidad específica en algún estimado del error esperado en el plan. Por ejemplo, suponga que el error del plan no será mayor de 5%. Este procedimiento se conoce como **planeación en exceso de la demanda de nivel superior**. El resultado neto es aumentar la adquisición de todos los componentes en proporción a su uso esperado, más una cantidad que posibilite cubrir el error en el plan. Es natural que los componentes comunes para diferentes productos o subensambles finales se acumulen en mayores cantidades que los componentes y piezas para un solo propósito. El tercer método es utilizar las técnicas estadísticas ya analizadas para establecer las existencias de seguridad directamente para el componente, y no para el artículo de la demanda de nivel superior.

Políticas de administración del inventario

La administración del inventario implementa una política del inventario. El método reactivo o de atracción del inventario emplea la demanda del cliente para atraer los productos por el canal de distribución. Una filosofía alterna es un método de planeación que asigne el inventario de manera proactiva con base en la demanda predicha y en la disponibilidad de los productos. Una tercera lógica (híbrida) emplea una combinación de impulso y atracción.

Control del inventario

El procedimiento administrativo para implementar una política del inventario es el **control del inventario**. La contabilidad de control mide las unidades disponibles en un lugar específico y le da seguimiento a las inclusiones y eliminaciones. La contabilidad y el seguimiento se realizan en forma manual o mediante cómputo.

El control del inventario define cómo se revisan los niveles de éste para determinar cuándo y cuánto incluir en un pedido. Se efectúa de manera perpetua o periódica.

Revisión perpetua del inventario

Un proceso de control perpetuo de inventario revisa constantemente el estado del inventario para determinar las necesidades de reabasto. Para utilizar una revisión perpetua, se requiere un seguimiento preciso de todas las SKU. Esta revisión se implementa por medio de un punto para volver a hacer un pedido y una cantidad del pedido.

Como se analizó antes:

$$\text{ROP} = D \times T + \text{SS},$$

en donde

ROP = el punto para volver a hacer un pedido, en unidades;

D = la demanda promedio diario, en unidades;

T = la duración del ciclo de desempeño promedio, en días; y

SS = las existencias de seguridad o de amortiguamiento, en unidades.

La cantidad del pedido se determina mediante el EOQ.

TABLA 6.16
Características de la demanda, el ciclo de desempeño y la cantidad del pedido de muestra

Demanda diaria promedio	20 unidades
Ciclo de desempeño	10 días
Cantidad del pedido	200 unidades

Como ejemplo, suponga que no hay incertidumbre, de modo que no se requieren existencias de seguridad. La tabla 6.16 resume las características de la demanda, el ciclo de desempeño y la cantidad del pedido. Para este ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= D \times T + \text{SS} \\ &= 20 \text{ unidades/día} \times 10 \text{ días} + 0 = 200 \text{ unidades.} \end{aligned}$$

La revisión perpetua compara el inventario en un pedido y el inventario disponible con el punto para volver a hacer un pedido. Si la cantidad disponible más la que está en un pedido es menor que lo establecido en el punto para volver a hacer un pedido, se inicia un pedido de reabasto.

Matemáticamente, el proceso es:

$$\text{Si } I + Q_o \leq \text{ROP, entonces hacer un pedido } Q$$

en donde

I = el inventario disponible;

Q_o = el inventario en un pedido de los proveedores;

ROP = el punto para volver a hacer un pedido, en unidades; y

Q = la cantidad del pedido, en unidades.

Para el ejemplo anterior, se hace un pedido de reabasto de 200 cuando la suma del inventario disponible y el inventario en un pedido es menor o igual a 200 unidades. Como el punto para volver a hacer un pedido es igual a la cantidad del pedido, el embarque de reabasto anterior llegaría justo cuando se inicie el siguiente reabasto. El nivel del inventario promedio para un sistema de revisión perpetua es:

$$I_{\text{prom}} = Q/2 + \text{SS},$$

en donde

I_{prom} = el inventario promedio, en unidades;

Q = la cantidad del pedido, en unidades; y

SS = las existencias de seguridad, en unidades.

El inventario promedio para el ejemplo anterior se calcula como:

$$\begin{aligned} I_{\text{prom}} &= Q/2 + \text{SS} \\ &= 300/2 + 0 = 150 \text{ unidades.} \end{aligned}$$

Casi todos los ejemplos de este texto se basan en un sistema de revisión perpetua con un punto fijo para volver a hacer un pedido. La fórmula para volver a hacer un pedido supone que se harán pedidos de compra cuando se alcance el punto para volver a hacerlo, y el método de control proporciona una vigilancia ininterrumpida del estado del inventario. Si no se satisfacen estas dos suposiciones, deben refinarse los parámetros de control (ROP y Q) que determinan la revisión perpetua.

Revisión periódica del inventario

El control periódico del inventario revisa el estado del inventario de un artículo a intervalos regulares, como cada semana o mes. Para una revisión periódica, el punto básico para volver a hacer un pedido debe ajustarse para considerar los intervalos entre las revisiones. La fórmula para calcular el punto para volver a hacer un pedido de la revisión periódica es:

$$\text{ROP} = D \times (T + P/2) + \text{SS},$$

en donde

ROP = el punto para volver a hacer un pedido;

D = la demanda diaria promedio;

T = la duración del ciclo de desempeño promedio;

P = el periodo de revisión, en días; y

SS = las existencias de seguridad.

Como las cuentas del inventario ocurren periódicamente, cualquier artículo puede caer bajo el punto para volver a hacer un pedido antes del periodo de revisión. Por lo tanto, se hace la suposición de que el inventario caerá bajo el estado ideal para volver a hacer un pedido antes de la cuenta periódica aproximadamente la mitad de las veces de la revisión. Suponiendo un periodo de revisión de siete días y utilizando condiciones similares a las del ejemplo ininterrumpido, el ROP sería el siguiente:

$$\begin{aligned}\text{ROP} &= D \times (T + P/2) + \text{SS} \\ &= 20(10 + 7/2) + 0 = 20(10 + 3.5) = 270 \text{ unidades.}\end{aligned}$$

La fórmula del inventario promedio para el caso de la revisión periódica es:

$$I_{\text{prom}} = Q/2 + (P \times D)/2 + \text{SS},$$

en donde

I_{prom} = el inventario promedio, en unidades;

Q = la cantidad del pedido, en unidades;

P = el periodo de revisión, en días;

D = la demanda diaria promedio, en unidades;

SS = las existencias de seguridad, en unidades.

Para el ejemplo anterior, el inventario promedio se calcula como:

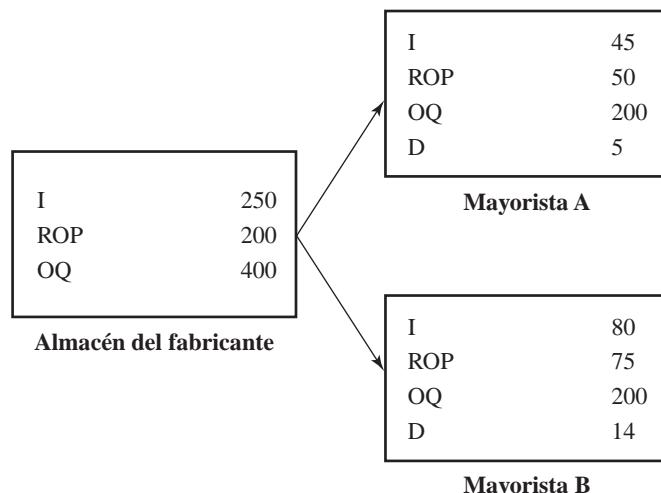
$$\begin{aligned}I_{\text{prom}} &= Q/2 + (P \times D)/2 + \text{SS}, \\ &= 300/2 + (7 \times 10)/2 + 0 = 150 + 35 = 185 \text{ unidades.}\end{aligned}$$

Debido al intervalo de tiempo introducido por la revisión periódica, los sistemas de control periódico suelen requerir inventarios promedio más grandes que los sistemas perpetuos.

Métodos reactivos

El **sistema reactivo** o de **inventario atraído** responde a las necesidades de inventario de los integrantes del canal de distribución al atraer el producto por el mismo canal. Los embarques de reabasto se inician cuando los niveles de existencias disponibles del almacén caen por debajo de un mínimo predeterminado o un punto para volver a hacer un pedido. La cantidad del pedido suele basarse en alguna fórmula del tamaño del lote, aunque puede ser variable en función de los niveles actuales de existencias y un nivel máximo predeterminado.

FIGURA 6.10
Un ambiente de inventario reactivo



El proceso básico de revisión perpetua o periódica del inventario analizado anteriormente, es un ejemplo de un sistema reactivo. La figura 6.10 ilustra un ambiente de inventario reactivo para un almacén que atiende a dos mayoristas. La figura muestra el inventario actual (*I*), el punto para volver a hacer un pedido (ROP), la cantidad del pedido (*Q*) y la demanda diaria promedio (*D*) para cada mayorista. Una revisión del inventario indica que el mayorista A debe hacer un pedido de reabasto por 200 unidades del almacén. Como el inventario actual está por encima del ROP para el mayorista B, en este momento no se requiere una acción de reabasto. Sin embargo, un análisis más minucioso ilustra que es probable que las acciones independientes del mayorista A provoquen en pocos días un desabasto en el mayorista B. Es probable que se agoten las existencias del mayorista B porque el nivel del inventario está cerca del punto para volver a hacer un pedido y el almacén de suministro no tendrá un inventario suficiente para reabastecer al mayorista B.

La lógica clásica del inventario reactivo se arraiga en las suposiciones siguientes. Primero, el sistema se apoya en la suposición básica de que todos los clientes, áreas del mercado y productos contribuyen de la misma manera a las ganancias.

Segundo, un sistema reactivo supone una capacidad infinita en la fuente de suministros. Esta suposición implica que un producto puede ser fabricado según se desee y se guarda en la planta de producción hasta que se requiere en la cadena de suministro.

Tercero, la lógica de un inventario reactivo supone una disponibilidad infinita de inventario en el lugar del suministro. La combinación de las suposiciones dos y tres implica una certeza de reabasto relativa. La lógica de un inventario reactivo no considera devoluciones de pedidos ni agotamiento de las existencias en el procesamiento de los pedidos de reabasto.

Cuarto, las reglas de decisión reactivas suponen que el tiempo del ciclo de desempeño se puede predecir y que las duraciones del ciclo son independientes. Esto significa que cada ciclo de desempeño es un evento aleatorio y que no suelen ocurrir ciclos extendidos para los pedidos de reabasto siguientes. Aunque la lógica reactiva supone que no hay control sobre los tiempos del ciclo, muchos administradores pueden, de hecho, afectar la duración de un ciclo de desempeño mediante estrategias de apresuramiento de ciclo y contratación alterna.

Quinto, la lógica del inventario reactivo funciona mejor cuando los patrones de la demanda del cliente son relativamente estables y uniformes. Lo ideal es que dichos patrones sean estables durante el ciclo de planeación relevante para que los parámetros del inventario desarrollados estadísticamente funcionen de manera correcta. Casi todas las reglas de decisión de un sistema reactivo suponen patrones de la demanda basados en distribuciones estándar Normales, Gama o de Poisson. Cuando la función de la demanda real no se asemeja a una de las funciones anteriores, no operarán correctamente las reglas estadísticas de decisión del inventario basadas en estas suposiciones.

Sexto, los sistemas de inventario reactivo determinan el tiempo y la cantidad de los pedidos de reabasto de cada almacén de distribución, de manera independiente de los demás lugares, incluyendo la fuente de suministro. Por lo tanto, es muy pequeña la posibilidad de coordinar de manera eficaz los requerimientos del inventario por varios almacenes de distribución. No se utiliza la capacidad para aprovechar la información del inventario —esto es un serio defecto cuando la información y su comunicación de los pocos recursos contribuyen a la disminución de los costos en la cadena de suministro.

La suposición final característica de los sistemas de inventario reactivo es que la duración del ciclo de desempeño no se correlaciona con la demanda. La suposición es necesaria para desarrollar una aproximación precisa de la variación de la demanda durante el ciclo de desempeño. Para muchas situaciones, los niveles de demanda más altos crean ciclos de desempeño de reabasto más largos porque también aumentan las demandas en los recursos del inventario y el transporte. Esto implica que los períodos de demanda alta no necesariamente coinciden con los ciclos de desempeño extendidos provocados por el desabasto o una disponibilidad limitada de productos.

En la operación, casi todos los administradores de inventario restringen el impacto de tales limitaciones mediante el uso inteligente de invalidaciones manuales. Sin embargo, estas invalidaciones suelen conducir a decisiones poco eficaces del inventario porque el plan resultante se basa en reglas no uniformes y una política administrativa.

Métodos de planeación

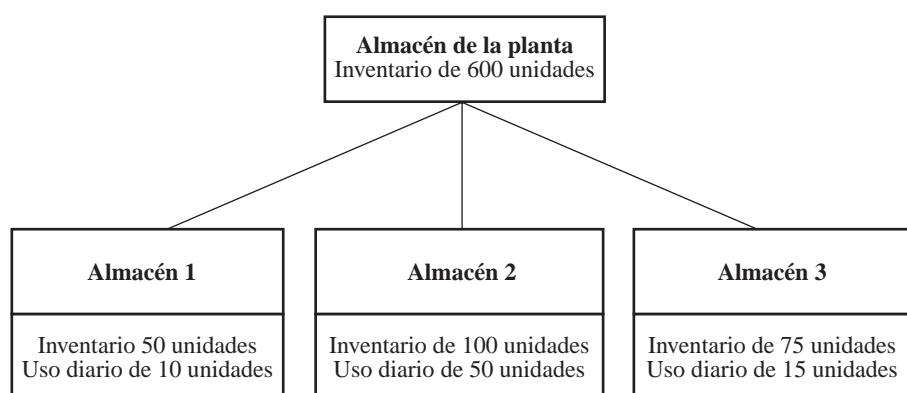
Los métodos de planeación del inventario emplean una base de datos compartida para coordinar los requerimientos del inventario a través de varios lugares o etapas en la cadena de suministro. Las actividades de planeación pueden ocurrir en el nivel del almacén de la planta para coordinar la asignación del inventario y la entrega a varios destinos. La planeación también puede coordinar los requerimientos del inventario a través de varios participantes del canal, como los fabricantes y los minoristas. Los sistemas de planeación y programación avanzadas (Advanced Planning and Scheduling, APS) analizados en los capítulos 5 y 11 ilustran la capacidad de las aplicaciones de planeación. Si bien los sistemas APS computarizan el proceso, es importante para los administradores de la logística comprender la lógica y las suposiciones implícitas. Dos métodos de planeación del inventario son la asignación de la parte justa y la planeación de los requerimientos de distribución (Distribution Requirements Planning, DRP).

Asignación de parte justa

Un método simplificado de planeación referente a la administración del inventario que proporciona a cada planta una distribución equitativa del inventario disponible se denomina **asignación de parte justa**. La figura 6.11 ilustra la estructura de la red, el nivel actual del inventario y los requerimientos diarios para tres almacenes atendidos por un solo almacén de la planta.

Mediante la asignación de la parte justa, quien realiza la planeación del inventario determina la cantidad de cada inventario correspondiente a cada almacén que se puede asignar a partir del

FIGURA 6.11
Ejemplo de la asignación de la parte justa



inventario disponible en la planta. Para este ejemplo, suponga que es conveniente conservar 100 unidades en el almacén de la planta; por lo tanto, están disponibles 500 unidades para asignación. El cálculo para determinar el suministro de los días normales es:

$$DS = \frac{AQ + \sum_{j=1}^n I_j}{\sum_{j=1}^n D_j}$$

en donde

- DS = el suministro de los días normales para los inventarios del almacén;
- AQ = las unidades del inventario que se van a asignar desde el almacén de la planta;
- I_j = el inventario en unidades para el almacén j ; y
- D_j = la demanda diaria para el almacén j .

En este ejemplo,

$$\begin{aligned} DS &= \frac{500 + (50 + 100 + 75)}{10 + 50 + 15} \\ &= \frac{500 + 225}{75} = 9.67 \text{ días.} \end{aligned}$$

La asignación de parte justa determina que cada almacén debe tener existencias en 9.67 días del inventario. La cantidad que se va a asignar a cada almacén se determina mediante:

$$A_j = (DS - I_j / D_j) \times D_j,$$

en donde

- A_j = la cantidad asignada al almacén j ;
- DS = los días en que ocurre el suministro de cada almacén;
- I_j = el inventario en unidades para el almacén j ; y
- D_j = la demanda diaria para el almacén j .

La cantidad colocada en el almacén 1 para este ejemplo es:

$$\begin{aligned} A_1 &= (9.67 - 50/10) \times 10 \\ &= (9.67 - 5) \times 10 \\ &= 4.67 \times 10 = 46.7 \text{ (redondear a 47 unidades).} \end{aligned}$$

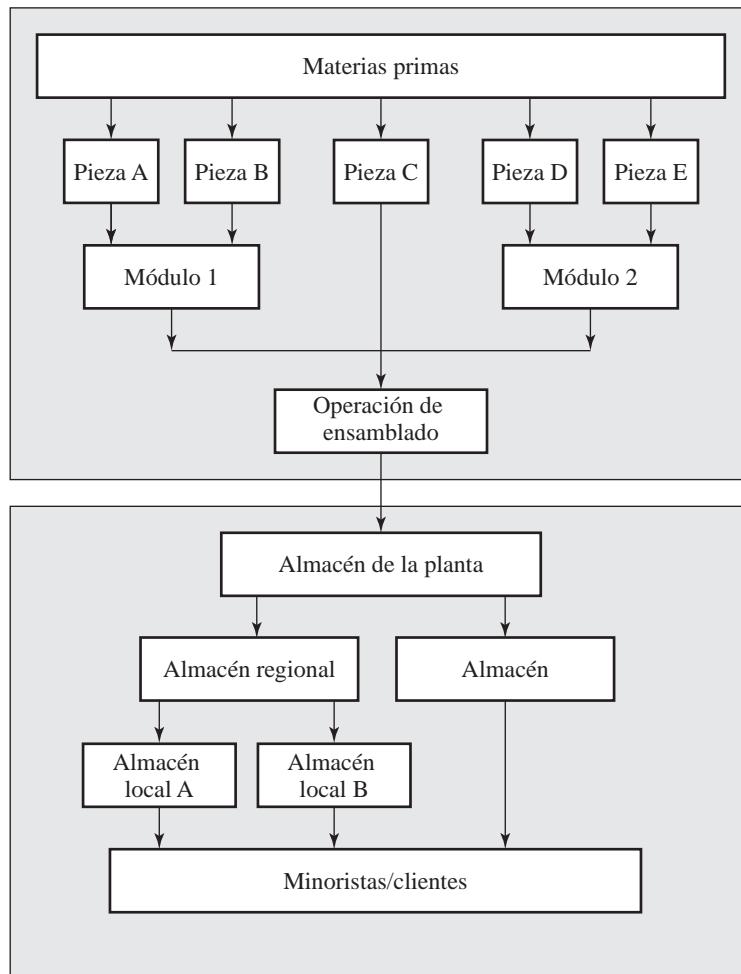
La asignación para los almacenes dos y tres se determina del mismo modo y es 383 y 70 unidades, respectivamente.

Aunque la asignación de parte justa coordina los niveles del inventario a través de varios sitios, no considera factores específicos como las diferencias en el tiempo del ciclo de desempeño, la EOQ o los requerimientos de las existencias de seguridad. Por lo tanto, los métodos de asignación de parte justa tienen una capacidad limitada para administrar los inventarios que tienen varias etapas.

Planeación de los requerimientos

Se refiere a un método que se integra a través de la cadena de suministro y toma en consideración requerimientos únicos. La planeación de los requerimientos se suele calificar como planeación de los requerimientos de materiales (Materials Requirements Planning, MRP) o planeación de los requerimientos de distribución (Distribution Requirements Planning, DRP). Existe una diferencia fundamental entre las dos técnicas. La MRP está dirigida por un programa de producción. En contraste, la DRP está dirigida por la demanda de la cadena de suministro. Por lo tanto, mientras

FIGURA 6.12
Diseño conceptual
de un sistema MRP/
DRP integrado



que la primera suele funcionar en una situación dependiente de la demanda, la segunda se aplica a un ambiente de demanda independiente en donde los requerimientos inciertos del cliente dirigen los requerimientos del inventario. La MRP coordina la programación y la integración de los materiales en artículos terminados y de ese modo controla el inventario hasta que determina la fabricación o el ensamblado. La DRP acepta la responsabilidad de la coordinación una vez recibidos los artículos terminados en el almacén de la planta.

La figura 6.12 ilustra el diseño conceptual de un sistema MRP/DRP combinado que integra artículos terminados, trabajo en proceso y planeación de materiales. La mitad superior de la figura ilustra un sistema MRP que establece las fases de llegadas de materias primas para apoyar el programa de producción. El resultado de la ejecución del MRP es un inventario de artículos terminados en el lugar de fabricación. La mitad inferior de la figura ilustra el sistema DRP que asigna el inventario terminado del lugar de fabricación a los almacenes de distribución y, por último, a los clientes. Esta última establece las fases de los movimientos para coordinar las llegadas del inventario con el fin de cumplir los requerimientos y los compromisos con los clientes. Ambos sistemas establecen una interfaz en el lugar de fabricación. Una estrecha coordinación entre los dos da como resultado una mínima necesidad de existencias de seguridad. La DRP coordina los niveles del inventario, los programas y, cuando es necesario, reprograma el movimiento del inventario entre los niveles.

El recurso de planeación fundamental de la DRP es el programa, el cual coordina los requerimientos a través del horizonte de planeación. Hay un programa para cada SKU en cada almacén.

FIGURA 6.13 Ejemplo de la planeación de los requerimientos de distribución

Almacén Este

					Semanas				
	Fecha de vencimiento	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos brutos		100	120	150	130	100	80	70	90
Recepciones programadas		0	0	400	0	0	0	400	0
Disponibilidad proyectada	400	300	180	430	300	200	120	450	360
Pedidos planeados		400	0	0	0	400	0	0	0

Existencias de seguridad: 100
 Cantidad del pedido: 400
 Tiempo de desarrollo: 2 semanas

Almacén de la planta

					Semanas				
	Fecha de vencimiento	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos brutos		400	150	0	150	550	0	0	0
Recepciones programadas		0	600	0	600	0	0	0	0
Disponibilidad proyectada	600	200	650	650	1100	550	550	550	550
Pedidos planeados		600	0	600	0	0	0	0	0

Existencias de seguridad: 100
 Cantidad del pedido: 600
 Tiempo de desarrollo: 1 semana

Almacén Oeste

					Semanas				
	Fecha de vencimiento	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos brutos		40	50	60	90	70	100	40	30
Recepciones programadas		0	0	150	0	150	150	0	0
Disponibilidad proyectada	200	160	110	200	110	190	240	200	170
Pedidos planeados		0	150	0	150	150	0	0	0

Existencias de seguridad: 50
 Cantidad del pedido: 150
 Tiempo de desarrollo: 1 semana

Requerimiento →
 Embarque →

Los programas para la misma SKU se integran con el fin de determinar los requerimientos generales para las plantas de abasto, como un almacén de la planta.

La figura 6.13 ilustra los programas de planeación DRP para dos almacenes y una planta central de suministro. Los programas se desarrollan mediante incrementos semanales conocidos como **cubos de tiempo**. Cada cubo proyecta un periodo de actividad. Aunque los incrementos semanales son los más comunes, se pueden utilizar incrementos diarios o mensuales. Para cada lugar y SKU, el programa informa el saldo disponible actual, las existencias de seguridad, la duración del ciclo de desempeño y la cantidad del pedido. Además, para cada periodo de planeación, el programa informa los requerimientos brutos, las excepciones programadas y el inventario proyectado disponible. Utilizando la combinación de requerimientos y disponibilidad proyectada, la DRP determina los pedidos planeados necesarios para cumplir los requerimientos previstos. Los requerimientos brutos reflejan la demanda del cliente y de otras plantas de distribución para el sitio bajo revisión. Para la figura 6.13, los requerimientos brutos de la planta de suministro central reflejan las demandas en cascada de los almacenes Este y Oeste. Las recepciones programadas son los embarques de reabasto planeados para llegar al almacén de distribución. El inventario proyectado

disponible se refiere al nivel previsto al final de la semana. Es igual al nivel del inventario disponible de la semana anterior, menos los requerimientos brutos de la semana actual, más cualquier recepción programada. Aunque los métodos de planeación para la administración del inventario ofrecen beneficios significativos, tienen algunas restricciones.

Primero, los sistemas de planeación del inventario requieren predicciones precisas y coordinadas para cada almacén. La predicción es necesaria para dirigir el flujo de artículos por la cadena de suministro. Lo ideal es que el sistema no mantenga un inventario excesivo en ningún lugar, de modo que hay poco espacio para errores en un sistema de inventario. En la medida que sea posible este nivel de predicción, los sistemas de planeación del inventario funcionan bien.

Segundo, la planeación del inventario requiere un producto uniforme y confiable para el traslado entre las plantas de almacenamiento. Aunque se pueden atender sitios de desempeño variables por medio de tiempos de desarrollo de seguridad, tal incertidumbre reduce la eficacia de un sistema de planeación.

Tercero, los sistemas de planeación integrados están sujetos al nerviosismo del sistema, o a una reprogramación frecuente, debido a interrupciones en la producción o retrasos en las entregas. Tal nerviosismo conduce a una fluctuación en la utilización de la capacidad, a un costo por reprogramación y a una confusión en las entregas. Esto se intensifica por el ambiente operativo volátil característico de la logística de la cadena de suministro. Las incertidumbres como el transporte y la confiabilidad de las entregas del vendedor pueden provocar un extremo nerviosismo en la DRP.

Reabasto del inventario en colaboración

En el capítulo 3 se presentó y se analizó la CPFR como un importante esfuerzo de colaboración entre los participantes comerciales de una cadena de suministro. Varias iniciativas de colaboración se concentran sólo en el reabasto del inventario. Los programas de reabasto están diseñados para optimizar el flujo de artículos dentro de la cadena de suministro. Existen varias técnicas específicas para el reabasto en colaboración, las cuales se basan en las relaciones de la cadena de suministro para reabastecer el inventario con rapidez y con base en la planeación conjunta o la experiencia real de ventas. La intención es dejar de basarse en una predicción de cuándo y dónde se necesitará el inventario y basar la demanda en un esquema justo a tiempo. Los programas eficaces de reabasto en colaboración requieren una extensa cooperación e información compartida entre los participantes de la cadena de suministro. Algunas técnicas específicas para el reabasto del inventario en colaboración son la respuesta rápida, el inventario administrado por el vendedor y el perfil de reabastecimiento.

Respuesta rápida

La respuesta rápida (quick response, QR) es un esfuerzo de colaboración dirigido por la tecnología entre los minoristas y proveedores para mejorar la velocidad del inventario, al mismo tiempo que proporciona un suministro de mercancía estrechamente relacionado con los patrones de compra del cliente. La QR se implementa al compartir las ventas al menudeo para productos específicos a través de los participantes en la cadena de suministro con el fin de facilitar una correcta disponibilidad del surtido del producto cuando y donde se requiere. En vez de operar en un ciclo de pedido de 15 a 30 días, las disposiciones QR pueden reabastecer el inventario para menudeo en pocos días. Un intercambio continuo de información sobre la disponibilidad y la entrega reduce la incertidumbre para toda la cadena de suministro y crea la oportunidad de una máxima flexibilidad. Con una respuesta de pedidos rápida y confiable, el inventario se puede comprometer según se requiere, lo cual provoca una mayor rotación y una mejor disponibilidad. El sistema de Wal-Mart es un ejemplo destacado de la fuerza de compartir las ventas para facilitar una QR.

Inventario administrado por el vendedor

El inventario administrado por el vendedor (vendor-managed inventory, VMI) es una modificación de la respuesta rápida que elimina la necesidad de pedidos de reabasto. La meta es establecer una disposición de la cadena de suministro tan flexible y eficiente que el inventario para menudeo se reabastezca de manera continua. El factor distintivo entre la QR y el VMI es quién acepta la responsabilidad de establecer niveles objetivo del inventario y tomar decisiones de reabasto. En la QR, el minorista toma las decisiones. En el VMI, el proveedor asume más responsabilidad y es

quien administra en realidad una categoría del inventario para el minorista. Al recibir una transmisión diaria de las ventas al menudeo o los embarques del almacén, el proveedor asume la responsabilidad por reabastecer el inventario al menudeo en las cantidades, los colores, los tamaños y los estilos requeridos. El proveedor se compromete a mantener actualizadas las existencias del minorista y a conservar la velocidad del inventario. En algunas situaciones, el reabasto implica una entrega-recepción inmediata o una entrega directa a la tienda (direct store delivery, DSD) diseñada para eliminar la necesidad de almacenamiento entre la fábrica y la tienda de menudeo.

Perfil de reabastecimiento

Algunos fabricantes, mayoristas y minoristas experimentan con una colaboración todavía más sofisticada conocida como perfil de reabastecimiento (profile replenishment, PR). La estrategia PR extiende la QR y el VMI al otorgar a los proveedores el derecho para prever los requerimientos futuros de acuerdo con su conocimiento general de una categoría de mercancías. Un perfil de una categoría detalla la combinación de tamaños, colores y productos asociados que se suele vender en un tipo específico de almacén de menudeo. Dada la responsabilidad del PR, el proveedor simplifica la participación del minorista al eliminar la necesidad de dar seguimiento a las ventas unitarias y el nivel del inventario para los productos de rápido desplazamiento.

Muchas empresas, sobre todo fabricantes, emplean la DRP e incluso una lógica APS para coordinar la planeación del inventario con los clientes principales. Los fabricantes extienden su sistema de planeación para incluir los almacenes del cliente y, en algunos casos, sus tiendas de menudeo. Tal capacidad de planeación integrada facilita que el fabricante coordine y administre los inventarios del cliente.

La planeación en colaboración comparte de manera eficaz los requerimientos del inventario y la disponibilidad entre los participantes de la cadena de suministro, con lo cual reduce la incertidumbre. La tabla 6.17 muestra el impacto del servicio y el inventario en un ambiente simulado bajo condiciones de incertidumbre baja y alta,⁷ mientras que la tabla 6.18 presenta las consideraciones administrativas que dirigen las adaptaciones de la lógica de control.

⁷ David J. Closs y otros, "An Empirical Comparison of Anticipatory and Response-Based Supply Chain Strategies", *The International Journal of Logistics Management* 9, núm. 2, 1998, pp. 21-34.

TABLA 6.17
Comparativo de servicio e inventario para los sistemas del inventario predictivos versus reactivos

Fuente: Adaptado de David J. Closs y otros, "An Empirical Comparison of Anticipatory and Response-Based Supply Chain Strategies", *The International Journal of Logistics Management* 9, núm. 2, 1998, pp. 21-34. Utilizado con autorización.

	Incertidumbre baja predictiva	Incertidumbre baja reactiva	Incertidumbre alta predictiva	Incertidumbre alta reactiva
Servicio al cliente				
Porcentaje de tasa de abastecimiento	97.69	99.66	96.44	99.29
Inventarios				
Inventario del proveedor	12.88	13.24	14.82	13.61
Inventario del fabricante	6.05	6.12	7.03	6.09
Inventario del distribuidor	5.38	5.86	5.04	5.63
Inventario del minorista	30.84	15.79	32.86	20.30
Inventario del sistema	55.15	41.01	59.76	45.83

TABLA 6.18
La lógica sugerida de administración del inventario

Utilizar la lógica de planeación bajo condiciones de	Utilizar la lógica reactiva bajo condiciones de
Segmentos muy rentables	Incertidumbre del tiempo del ciclo
Demanda dependiente	Incertidumbre de la demanda
Economías de escala	Limitaciones de la capacidad del destino
Incertidumbre en el suministro	
Limitaciones de la capacidad de suministro	
Acumulación estacional del suministro	

Prácticas de administración del inventario

Una estrategia integrada de administración del inventario define las políticas y el proceso utilizados para determinar dónde poner el inventario y cuándo iniciar embarques de reabasto, al igual que cuánto asignar. El proceso de desarrollo de la estrategia emplea tres pasos para clasificar los productos y los mercados, define las estrategias de los segmentos, y vuelve operativas las políticas y los parámetros.

Clasificación por producto/mercado

El objetivo de la clasificación por producto/mercado es concentrar y refinar los esfuerzos de administración del inventario. La clasificación por producto/mercado, la cual también se denomina **clasificación de línea fina** o ABC, agrupa los productos, los mercados o los clientes con características similares para facilitar la administración del inventario. El proceso de clasificación reconoce que no todos los productos y mercados tienen las mismas características o grado de importancia. Una administración sólida del inventario requiere que la clasificación coincida con la estrategia empresarial y los objetivos del servicio.

La clasificación se puede basar en diversas mediciones. Las más comunes son: las ventas, la contribución a las ganancias, el valor del inventario, la tasa de utilización y la naturaleza de los artículos. El proceso de clasificación normal pone en secuencia los productos o los mercados para agrupar los elementos con características similares. La tabla 6.19 ilustra la clasificación por productos por medio de las ventas. Los productos se clasifican en orden descendente por volumen de ventas, de modo que se listan primero los productos con un volumen alto, seguidos por los de lento desplazamiento. La clasificación por volumen de ventas es uno de los métodos más antiguos utilizados para establecer políticas selectivas del inventario. Para casi todas las aplicaciones de

TABLA 6.19
Clasificación
del mercado de
productos (ventas)

Identificación del producto	Ventas anuales (miles de dólares)	Porcentaje de ventas totales	Ventas acumuladas (%)	Productos (%)	Categoría de clasificación
1	\$45 000	30.0%	30.0%	5%	A
2	35 000	23.3	53.3	10	A
3	25 000	16.7	70.0	15	A
4	15 000	10.0	80.0	20	A
5	8 000	5.3	85.3	25	B
6	5 000	3.3	88.6	30	B
7	4 000	2.7	91.3	35	B
8	3 000	2.0	93.3	40	B
9	2 000	1.3	94.6	45	B
10	1 000	0.7	95.3	50	B
11	1 000	0.7	96.0	55	C
12	1 000	0.7	96.7	60	C
13	1 000	0.7	97.4	65	C
14	750	0.5	97.9	70	C
15	750	0.5	98.4	75	C
16	750	0.5	98.9	80	C
17	500	0.3	99.2	85	C
18	500	0.3	99.5	90	C
19	500	0.3	99.8	95	C
20	250	0.2	100.0	100	C
			\$150 000		

mercadotecnia o logística, un pequeño porcentaje de los elementos representa un gran porcentaje del volumen. Esta materialización de las operaciones se denomina **regla 80/20** o **ley de Pareto**. La regla 80/20, la cual se basa en observaciones en todos los niveles, afirma que para una empresa normal 80% del volumen de ventas es aportado por 20% de los productos. Un corolario de la regla es que este 80% de las ventas de la empresa representan 20% de los clientes. La perspectiva inversa de la regla diría que el restante 20% de las ventas se obtiene con 80% de los productos, clientes, etc. En términos generales, la regla 80/20 indica que una mayoría de las ventas es el resultado de relativamente pocos productos o clientes.

Una vez que los artículos se clasifican o agrupan, es común denominar cada categoría con una letra o descripción. Los productos con un alto volumen y desplazamiento rápido se describen como artículos A. Los artículos con un volumen moderado se denominan artículos B, y los productos de bajo volumen o lento desplazamiento se conocen como artículos C. Estas identificaciones indican por qué este proceso se suele llamar análisis ABC. Aunque la clasificación de línea fina suele emplear tres categorías, algunas empresas emplean cuatro o cinco categorías para refinar todavía más las clasificaciones. El agrupamiento de los productos similares facilita la administración de los esfuerzos para establecer estrategias concentradas en el inventario para segmentos específicos de productos. Por ejemplo, los productos de alto volumen o desplazamiento rápido se orientan a niveles de servicio más alto. Esto suele requerir que los artículos de desplazamiento rápido tengan relativamente más existencia de seguridad. Por el contrario, para reducir los niveles generales del inventario, los artículos de desplazamiento lento se pueden dejar con relativamente menos existencias de seguridad, lo que da como resultado niveles de servicio más bajos.

En situaciones especiales, los sistemas de clasificación se pueden basar en varios factores. Por ejemplo, es posible ponderar la ganancia bruta por artículo y la importancia para los clientes para desarrollar un índice combinado en vez de simplemente utilizar el volumen de ventas. Después, la clasificación ponderada agruparía los artículos con rentabilidad y características importantes similares. Posteriormente se establece la política del inventario, incluyendo los niveles de existencias de seguridad, utilizando la clasificación ponderada.

La matriz de clasificación define los grupos de productos o mercados a los que se van a asignar estrategias de inventario similares. La utilización de grupos de artículos facilita la identificación y la especificación de estrategias del inventario sin requerir un desarrollo tedioso de estrategias para artículos individuales. Es mucho más fácil dar seguimiento y administrar de 3 a 10 grupos en vez de cientos de artículos individuales.

Definición de la estrategia de los segmentos

El segundo paso es definir la estrategia del inventario para cada grupo o segmento de producto/mercado. La estrategia incluye especificar todos los aspectos del proceso de administración del inventario, entre ellos los objetivos de servicio, el método de predicción, la técnica de administración y el ciclo de revisión.

La clave para establecer estrategias selectivas de administración es comprender que los segmentos de productos tienen diferentes grados de importancia para el logro de la misión empresarial. Las diferencias importantes en la capacidad de respuesta del inventario deben incorporarse en las políticas y procedimientos utilizados para la administración del mismo.

La tabla 6.20 muestra una estrategia integrada de ejemplo para cuatro categorías de artículos. En este caso, los artículos se agrupan por un volumen de ventas ABC y como un artículo con

TABLA 6.20
La estrategia integrada

Clasificación de línea fina	Objetivo del servicio	Procedimiento de predicción	Periodo de revisión	Administración del inventario	Vigilancia del reabasto
A (Promocional)	99%	CPFR	Ininterrumpido	Planeación-DRP	Diaría
A (Regular)	98	Histórico de ventas	Ininterrumpido	Planeación-DRP	Diaría
B	95	Histórico de ventas	Semanal	Planeación-DRP	Semanal
C	90	Histórico de ventas	Quincenal	Punto para volver a hacer un pedido	Quincenal

existencias promocionales o regulares. Los artículos promocionales son los que se suelen vender en esfuerzos especiales de mercadotecnia que son el resultado de una disminución considerable de la demanda. Los patrones de disminución de la demanda son característicos de los períodos promocionales con un alto volumen, seguidos por períodos posteriores a la promoción con una demanda relativamente baja.

La tabla 6.20 también muestra un esquema de segmentación administrativa basado en los objetivos del servicio, el proceso de predicción, el periodo de revisión, el método de administración del inventario y la frecuencia de vigilancia del reabasto. Más o menos características del proceso de administración del inventario pueden ser adecuadas para algunas empresas. Aunque esta tabla no se presenta como un sistema pormenorizado de estrategia del inventario, ilustra los problemas que deben considerarse. La razón fundamental detrás de cada elemento se presenta con base en una clasificación de la línea completa.

Políticas y parámetros

El paso final en la implementación de una estrategia de administración concentrada en el inventario es definir procedimientos y parámetros detallados. Los procedimientos definen los requerimientos de datos, las aplicaciones de software, los objetivos de desempeño y los lineamientos de las decisiones. Los parámetros delinean valores como la duración del periodo de revisión, los objetivos del servicio, el porcentaje del costo de mantener un inventario, las cantidades del pedido y los puntos para volver a hacer un pedido. La combinación de los parámetros determina o se puede utilizar con el fin de calcular las cantidades precisas necesarias para tomar decisiones de administración del inventario.

Resumen

El inventario representa el segundo componente más grande del costo logístico, junto al transporte. Los riesgos asociados con mantener un inventario aumentan conforme los productos avanzan por la cadena de suministro hacia el cliente, porque aumenta la posibilidad de tener el producto en el lugar o la forma incorrectos, y la distribución del producto ha generado un costo. Aparte del riesgo de ventas perdidas debido a un agotamiento de las existencias porque no está disponible el inventario adecuado, otros riesgos son la obsolescencia, el robo y el daño. Además, el costo del capital relacionado con el inventario afecta mucho el costo de mantener un inventario. La especialización geográfica, el desacoplamiento, el equilibrio suministro/demanda y el factor incertidumbre son razones fundamentales para mantener un inventario. Aunque existe bastante interés en reducir el inventario general de la cadena de suministro, el inventario agrega un valor y puede producir costos generales más bajos de la cadena de suministro con las soluciones intermedias adecuadas.

Desde la perspectiva de la logística de la cadena de suministro, los principales elementos controlables del inventario son las existencias del ciclo de reabasto, de seguridad y en tránsito. Las existencias del ciclo de reabasto adecuadas se determinan mediante la fórmula EOQ para reflejar la solución intermedia entre el costo del almacenamiento y los pedidos. Las existencias de seguridad dependen de la media y la variación de la demanda y del ciclo de reabasto. Las existencias en tránsito dependen del transporte.

La administración del inventario emplea una combinación de lógica reactiva y de planeación. La lógica reactiva es más adecuada para artículos con un volumen bajo, demanda alta e incertidumbre alta del ciclo de desempeño porque pospone el riesgo de que se especule con el inventario. La lógica de planeación del inventario es adecuada para artículos con un alto volumen y una demanda relativamente estable. Los métodos de planeación del inventario ofrecen la posibilidad de una administración eficaz del mismo porque aprovechan mejor la información y las economías de escala. La lógica adaptable combina las dos alternativas, dependiendo de las condiciones del producto y el mercado. La colaboración ofrece una forma para que las partes de la cadena de suministro aumenten juntas la eficiencia y la eficacia del inventario.

Preguntas desafiantes

1. ¿Cómo afecta el costo de mantener un inventario la declaración tradicional de las ganancias de la empresa?
2. Analice la relación entre el nivel de servicio, la incertidumbre, las existencias de seguridad y la cantidad del pedido. ¿Cómo se consiguen soluciones intermedias entre estos elementos?
3. Analice el riesgo desproporcionado de mantener un inventario para los minoristas, mayoristas y fabricantes. ¿Por qué ha existido una tendencia a devolver el inventario al canal de distribución?
4. ¿Cuál es la diferencia entre la probabilidad de un desabasto y la magnitud de un desabasto?
5. Los datos sugieren que mientras declinan los niveles generales del inventario promedio, aumenta el porcentaje relativo que mantienen los fabricantes. Explique la razón por la que considera verdadera o falsa esta observación. Describa cuánto de ese cambio puede beneficiar las operaciones de todo el canal y cómo los fabricantes pueden aprovechar el cambio.
6. Analice las diferencias entre la lógica del inventario reactivo y la lógica de planeación. ¿Cuáles son las ventajas de cada una? ¿Cuáles son las implicaciones principales de cada una?
7. Ilustre cómo una clasificación de inventario de línea fina se utiliza con los segmentos de productos y del mercado. ¿Cuáles son los beneficios y consideraciones al clasificar el inventario por producto, mercado y producto/mercado?
8. ¿Qué ventaja tiene la DRP sobre el método de parte justa en cuanto al desempeño del inventario?
9. Analice la importancia de la colaboración en el desarrollo de las estrategias del inventario de la cadena de suministro. Proporcione un ejemplo.
10. Las estrategias de administración del inventario basadas en el cliente permiten la utilización de diferentes niveles de disponibilidad para clientes específicos. Analice la razón fundamental para tal estrategia. ¿Son discriminatorias tales estrategias? Justifique su opinión.

Infraestructura del transporte

Funcionalidad, principios y participantes del transporte

Funcionalidad

Principios

Participantes

Regulación del transporte

Tipos de regulación

Historia de la regulación

Estructura del transporte

Ferroviario

Carretero

Acuático

Ductos

Aéreo

Clasificación modal

Servicio de transporte

Transportistas tradicionales

Servicio de paquetería

Transporte intermodal

Intermediarios no operativos

Resumen

La función del transporte en la logística ha cambiado de manera notable en las tres décadas pasadas. Antes de su desregulación, adquirir un transporte se parecía a comprar un artículo como carbón o granos. Había muy poca diferencia entre los proveedores del transporte en términos de productos, servicios o precios. La desregulación del transporte en 1980 produjo una flexibilidad en los precios y aumentó de manera significativa el rango de servicios que las empresas proporcionaban a los clientes.

En la actualidad existe una amplia variedad de alternativas de transporte para apoyar la logística de la cadena de suministro. Por ejemplo, los administradores logísticos pueden integrar transporte privado y contratado para reducir los costos logísticos totales. Muchos transportistas por contrato ofrecen una amplia variedad de servicios de valor agregado, como la clasificación y secuenciación de los productos, y la entrega y presentación personalizada del flete. La tecnología ha mejorado la visibilidad en tiempo real de la ubicación del flete en toda la cadena de suministro, así como de la información prevista acerca de la entrega. La entrega precisa de los productos reduce el inventario, el almacenamiento y el manejo de materiales. Como resultado, el valor del

transporte ahora es más grande que simplemente trasladar un producto de un lugar a otro. Este capítulo ofrece un panorama de la infraestructura del transporte y su regulación actual.¹

Funcionalidad, principios y participantes del transporte

El transporte es un elemento muy visible en la logística. Los clientes están acostumbrados a ver camiones y trenes transportando productos o estacionados en las plantas de negocios. Pocos clientes comprenden cuánto depende el sistema económico de un transporte accesible y confiable. Esta sección proporciona una base para revisar la funcionalidad del transporte y los principios implícitos de su operación.

Funcionalidad del transporte

Las empresas de transporte ofrecen dos servicios principales: movimiento y almacenamiento de productos.

Movimiento de productos

Ya sea en forma de materiales, componentes, trabajo en proceso o artículos terminados, el valor básico que proporciona el transporte es mover el inventario a destinos específicos. La principal propuesta de valor del transporte es el movimiento de productos por la cadena de suministro. El desempeño del transporte es vital para la adquisición, la fabricación y la atención al cliente. El transporte también cumple una función importante en el desempeño de la logística inversa. Sin un transporte confiable, la mayoría de las actividades comerciales no funcionaría. Éste consume tiempo, recursos financieros y ambientales.

El transporte tiene un elemento restrictivo porque el inventario no suele estar disponible durante el proceso. El inventario cautivo en el sistema de transporte se denomina **inventario en tránsito**. Por supuesto, al diseñar sistemas logísticos, los administradores se esfuerzan por reducir al mínimo el inventario en tránsito. Los avances en la tecnología de la información han mejorado mucho el acceso al inventario en tránsito y al estado de llegada de los embarques, ya que proporcionan ubicaciones y tiempos de llegada exactos.

El transporte también emplea recursos financieros. En Estados Unidos, más de 60% del costo logístico total se relaciona con servicios de transporte.² El costo del transporte es el resultado de la mano de obra de conductores, la operación de vehículos, el capital invertido en equipo y la administración. Además, la pérdida y el daño de productos son costos significativos.

El transporte afecta los recursos ambientales de manera directa e indirecta. En términos directos, representa uno de los clientes más grandes de combustible y gasolina en la economía de Estados Unidos. Aunque el nivel de consumo de combustible y gasolina ha mejorado como resultado de vehículos con un consumo más eficiente, el consumo total sigue siendo alto. De manera indirecta, el transporte afecta el ambiente a través de los embotellamientos, la contaminación del aire y la contaminación por ruido.

Almacenamiento de productos

Un aspecto menos visible del transporte es la realización de un almacenamiento de productos. Aunque un producto esté en un vehículo de transporte, está almacenado. Los vehículos de transporte pueden ser utilizados para almacenar productos en el origen o el destino de un embarque, pero son plantas de almacenamiento comparativamente costosas. Debido a que la principal propuesta de valor del transporte es el desplazamiento, un vehículo dedicado al almacenamiento no está disponible para transporte. Existe una solución intermedia entre utilizar un vehículo de transporte o poner los productos temporalmente en un almacén. Si un inventario está programado para embarcarse en pocos días a otro lugar, el costo de descargar, almacenar y volver a cargar el

¹ Las operaciones de transporte se analizan en el capítulo 8.

² Para una separación de los componentes del costo logístico total consulte el capítulo 2.

producto puede ser más grande que el costo temporal de utilizar el vehículo de transporte para almacenamiento.³

Otro servicio del transporte que tiene implicaciones en el almacenamiento es la **desviación**. Ocurre una desviación cuando cambia el destino de un embarque después de que el producto está en tránsito. Por ejemplo, inicialmente el destino de un producto embarcado de Chicago a Los Ángeles puede cambiar a Seattle mientras está en tránsito. Antes se utilizaba el teléfono para implementar las estrategias de desviación. En la actualidad, las comunicaciones por Internet entre los embarcadores, las oficinas centrales de los transportistas y los vehículos facilitan una desviación más eficiente. Aunque la desviación se usa principalmente para mejorar la capacidad de respuesta logística, también afecta la duración del almacenamiento en tránsito.

De modo que, aunque un almacenamiento de productos en vehículos de transporte sea costoso, puede justificarse a partir del costo total o de la perspectiva de desempeño cuando se toman en consideración los costos de cargar o descargar, las restricciones de la capacidad y la posibilidad de extender los tiempos del desarrollo.

Principios del transporte

Existen dos principios económicos fundamentales que afectan la eficiencia del transporte: la **economía de escala** y la **economía de distancia**.

La economía de escala en el transporte es el costo por unidad de peso que disminuye conforme aumenta el tamaño de un embarque. Por ejemplo, los embarques en un camión que utilizan toda la capacidad del vehículo tienen un costo más bajo por kilogramo que los embarques pequeños que utilizan una parte limitada de la capacidad del vehículo. También suele ser cierto que los vehículos de transporte con mayor capacidad, como el ferrocarril y los vehículos acuáticos, son menos costosos por unidad de peso que los vehículos de menor capacidad, como los camiones y los aviones. Existen economías de escala en el transporte porque el costo fijo asociado con transportar una carga se asigna respecto al peso mayor. Los costos fijos incluyen la administración relacionada con la programación, el costo del equipo, el tiempo de colocación de los vehículos para carga o descarga y la facturación. Tales costos se consideran fijos porque no varían con el tamaño del embarque. En otras palabras, cuesta lo mismo administrar un embarque de 100 libras que uno de 1 000.

La economía de distancia se refiere al menor costo por unidad de peso del transporte conforme aumenta la distancia. Por ejemplo, un embarque a transportar 800 millas costará menos que realizar dos embarques del mismo peso a una distancia de 400 millas. La economía de distancia del transporte se denomina el **principio de disminución**. La razón fundamental para las economías de distancia es similar a las economías de escala. Específicamente, las distancias más largas permiten distribuir el costo fijo entre más kilómetros, lo cual produce costos más bajos por kilómetro.

Estos principios son importantes al evaluar alternativas de transporte. La meta desde una perspectiva de transporte es maximizar el tamaño de la carga y la distancia del embarque, al mismo tiempo que se cumple con las expectativas de servicio del cliente.⁴

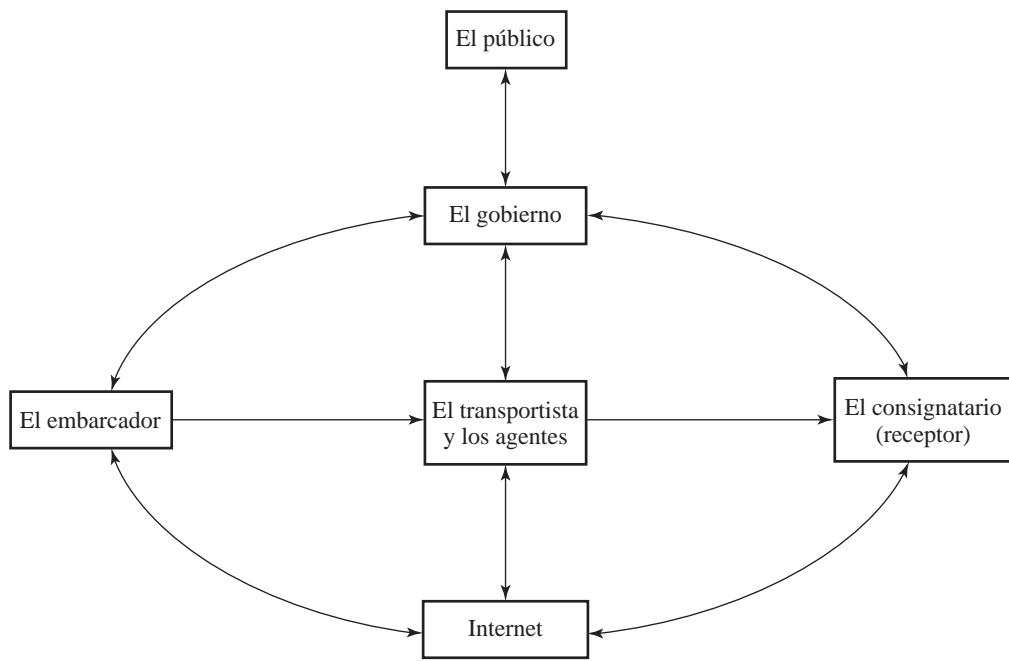
Participantes del transporte

El ambiente del transporte afecta el rango de decisiones que se pueden implementar en un sistema logístico. A diferencia de casi todas las transacciones comerciales, las decisiones del transporte son afectadas por seis participantes: 1) el embarcador, también denominado el **consignador**; 2) el participante destino, también llamado el **consignatario**; 3) los transportistas y los agentes; 4) el gobierno; 5) Internet; y 6) el público. La figura 7.1 ilustra la relación entre los participantes. Para comprender la complejidad del ambiente del transporte es útil revisar la función y la perspectiva de cada participante.

³Los términos técnicos para los costos relacionados con utilizar vehículos de transporte para almacenamiento son *demora* para los trenes y *detención* para los camiones. Consulte el capítulo 8.

⁴Para un análisis más detallado, consulte el capítulo 8.

FIGURA 7.1
Relación entre los participantes del transporte



El embarcador y el consignatario

El embarcador y el consignatario tienen un interés común en desplazar los artículos del origen al destino dentro de un tiempo determinado al costo más bajo. Los servicios relacionados con el transporte son los tiempos de recolección y entrega especificados, el tiempo de tránsito predecible, no tener pérdidas ni daños, un intercambio preciso y oportuno de información y la facturación.

El transportista y los agentes

El transportista, una empresa que realiza un servicio de transporte, pretende maximizar sus ingresos por el desplazamiento, mientras minimiza los costos asociados. Como una empresa de servicios, los transportistas quieren cobrar a sus clientes la tarifa más alta posible al mismo tiempo que minimizan los costos de mano de obra, combustible y vehículos requeridos para concluir el desplazamiento. Para lograr este objetivo, el transportista busca coordinar los tiempos de recolección y de entrega para agrupar o consolidar el flete de muchos embarcadores en movimientos y así conseguir economías de escala y de distancia. Los comisionistas y los expedidores son agentes de transporte que facilitan la relación entre el transportista y cliente. Un descubrimiento reciente ha sido la aparición de comisionistas de Internet o en línea, quienes hacen coincidir la capacidad de un transportista y los requerimientos de un embarcador.

El gobierno

El gobierno tiene un interés definido en el transporte a causa de la importancia crucial que tiene un servicio confiable para el bienestar económico y social. El gobierno busca un ambiente de transporte estable y eficiente para apoyar el crecimiento económico.

Un ambiente de transporte estable y eficiente requiere que los transportistas proporcionen los servicios esenciales a un costo razonable. Debido al impacto directo del transporte en el éxito de la economía, los gobiernos siempre han vigilado las diferentes prácticas. En algunas situaciones, como el servicio postal de Estados Unidos, el gobierno participa directamente para proporcionar el servicio de transporte. La costumbre es que el gobierno regule a los transportistas al limitar los mercados que pueden atender y al aprobar los precios que pueden cobrar. Los gobiernos también promueven el desarrollo de los transportistas al apoyar la investigación y proporcionar el derecho de paso, por ejemplo con carreteras y aeropuertos. En algunos países el gobierno mantiene un control absoluto sobre los mercados, los servicios y las tarifas. Tal control permite al gobierno influir de manera importante en el éxito económico de las regiones, las industrias y las empresas.

La naturaleza general de la regulación del transporte ha cambiado mucho durante las últimas tres décadas. Una sección posterior de este capítulo proporciona un panorama de este cambio en la regulación.

Internet

Un descubrimiento reciente en la industria del transporte es un amplio surtido de servicios basados en Internet. La principal ventaja de la comunicación basada en Internet es la posibilidad de que los transportistas compartan con los clientes y proveedores información en tiempo real. Además de la comunicación directa por Internet entre las empresas participantes en las operaciones logísticas, en los años recientes se ha establecido una amplia variedad de empresas basadas en la Web. Dichas empresas suelen atender tres tipos de mercados. El primero es un mercado para intercambiar información que permita que coincida la capacidad de flete del transportista con los embarques disponibles. Estos servicios basados en la Web también proporcionan un mercado para facilitar las transacciones.

Más allá de la coincidencia en el flete, una segunda forma de intercambio de información basada en Internet se relaciona con la compra de combustible, equipo, piezas y suministros. Los intercambios de información que funcionan por Internet dan a los transportistas la oportunidad de agregar sus compras e identificar las oportunidades a través de una amplia variedad de vendedores potenciales. La tercera forma de intercambio de información facilitada por Internet es el seguimiento de un embarque y la determinación de la capacidad.

La principal razón de que el uso de Internet para B2B haya crecido rápidamente en el transporte de vehículos automotrices es porque el mercado de flete en Estados Unidos está muy fragmentado. Aunque existe un exceso de 585 000 transportistas, 81% opera seis camiones o menos.⁵ La utilización de servicios de Internet para compartir información es atractiva para los transportistas y los embarcadores.

Por último, la utilización de Internet como columna vertebral de comunicación cambia con rapidez la naturaleza de las operaciones de transporte. La disponibilidad de información en tiempo real mejora la visibilidad del embarque hasta el punto en donde la comunicación y el seguimiento ya no son un reto importante. Además de la visibilidad en tiempo real, se utiliza Internet para compartir información relacionada con la planeación de la capacidad y la programación.

El público

El participante final en el sistema de transporte, el público, se interesa en la accesibilidad del transporte, los gastos y la eficacia, al igual que en los estándares ambientales y de seguridad. El público crea indirectamente la demanda del transporte al adquirir artículos. Aunque la minimización del costo del transporte es importante para los clientes, también se interesan en el impacto ambiental y en la seguridad. El efecto de la contaminación del aire y los derrames de petróleo es un problema social importante relacionado con el transporte. A final de cuentas, los clientes pagan el costo del impacto ambiental y la seguridad.

La formación de una política de transporte es compleja debido a la interacción entre estos seis participantes. Dicha complejidad es el resultado de un conflicto frecuente entre los embarcadores, los consignadores y los transportistas. La preocupación de proteger el interés público sirvió como justificación histórica para que el gobierno participara en la regulación económica y social. La sección siguiente proporciona un breve repaso de cómo ha cambiado la regulación gubernamental con el paso de los años.

Regulación del transporte

Como el transporte tiene un gran impacto en el comercio local e internacional, el gobierno siempre ha tenido un interés especial en controlarlo y promoverlo. El control adopta la forma de regulaciones federales y estatales, al igual que una amplia variedad de administración, en especial la

⁵American Trucking Association, *American Trucking Trends*, Alexandra, VA: American Trucking Association Inc., 2003, pp. 2-3.

judicial. Con la aprobación del Decreto para regular el comercio interestatal del 4 de febrero de 1887, se activó la participación del gobierno federal en la protección del interés público relacionado con el desempeño y la provisión de servicios de transporte.

Tipos de regulación

La regulación gubernamental del transporte puede ser agrupada en dos categorías: económica y social. Las iniciativas de regulación, históricamente se han concentrado en problemas económicos; sin embargo, las iniciativas regulatorias recientes se han orientado cada vez más hacia problemas de seguridad y sociales.

Económica

La regulación de las prácticas empresariales es la forma más antigua de control gubernamental. Para proporcionar un servicio de transporte confiable y fomentar el desarrollo económico, los gobiernos federal y estatales han participado activamente en la regulación económica. Durante más de 100 años, la regulación gubernamental buscó que el transporte fuera igual de accesible y económico para todos, sin discriminación. Para estimular el suministro de un transporte económico y de amplio alcance, el gobierno invirtió en infraestructura pública como carreteras, aeropuertos, vías acuáticas y puertos de gran capacidad. Sin embargo, para proporcionar en realidad el servicio de transporte, el gobierno apoyó y reguló un sistema de transportistas por contrato de propiedad privada.

Debido a la importancia del transporte para el crecimiento económico, el gobierno creía que los transportistas necesitaban ser regulados para asegurar la disponibilidad, la estabilidad y los precios justos del servicio. La disponibilidad significa que los servicios del transportista serían accesibles para todas las empresas. La estabilidad significa que se garantizaría a los transportistas ganancias suficientes para asegurar una operación viable a largo plazo. Los precios justos indican que los transportistas no sacarían ventaja de los embarcadores mediante el control o la restricción del suministro.

La regulación económica por lo general buscó lograr sus metas al controlar la incorporación, las tarifas y los servicios. Además, la práctica de la regulación económica trató de manera independiente cada tipo de transporte. Esta práctica limitaba la posibilidad de que el transportista desarrollara relaciones y ofertas intermodales. Para 1970, la regulación económica federal había llegado a un punto en donde vigilaba 100% de las toneladas por kilómetro por ferrocarril y vía aérea, 80% de las líneas de transporte, 43.1% de los camiones y 6.7% de los transportistas acuáticos locales.⁶ El nivel de regulación económica gubernamental directa comenzó a declinar durante la década de los setenta del siglo xx y dio un dramático giro en la de los ochenta con la aprobación de la principal legislación desreguladora. El ambiente regulativo económico contemporáneo es dominado por la competencia de libre mercado, más o menos regulada por las leyes antimonopolio.

Social

En contraste directo con una menor regulación del transporte, en las décadas de los setenta y los ochenta la tendencia fue una mayor regulación de la seguridad y social. Desde su fundación en 1966, el Departamento de Transporte Federal (Federal Department of Transportation, DOT) ha desempeñado un papel activo en el control del transporte, el manejo de materiales peligrosos, las reglas relacionadas con la cantidad máxima de horas que puede conducir una persona y la seguridad. La forma de la regulación se institucionalizó mediante la aprobación del Decreto de seguridad en el transporte de 1974, el cual estableció de manera formal la regulación de la seguridad social como una iniciativa gubernamental. Durante las tres décadas siguientes se aprobaron numerosas legislaciones que afectaban el desempeño logístico. El Decreto para la seguridad en el transporte de materiales peligrosos de 1990 otorgó al gobierno federal el control sobre el diseño del equipo, la clasificación de los materiales peligrosos, el empacado y el manejo; dicho decreto tuvo precedencia sobre las regulaciones ambientales estatales y locales. También aumentó el énfasis en

⁶Obtenido del Departamento de Transporte, *1972 National Transportation Report*, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1972, pp. 2-44.

la seguridad del transporte como resultado de juicios legales relacionados con el ambiente y su correspondiente responsabilidad.

Historia de la regulación

El análisis siguiente se divide en los períodos que reflejan posiciones dominantes en la regulación. El análisis de la regulación del periodo inicial sirve para que los futuros administradores de la logística comprendan las bases legislativas, administrativas y judiciales de la industria del transporte actual.

Antes de 1920: Establecimiento del control gubernamental

El propósito original de la regulación interestatal era someter a escrutinio las actividades de los transportistas por contrato en función del interés público. Al principio, los ferrocarriles dominaban el transporte y estaban muy cerca de disfrutar de un monopolio. Cada estado conservaba el derecho legal para reglamentar las prácticas discriminatorias dentro de sus fronteras, pero no existía una regulación federal que aportara controles interestatales uniformes. En 1887, el Manifiesto para regular el comercio fue aprobado por el Congreso y se convirtió en la base de la regulación del transporte de Estados Unidos.⁷ Dicho Manifiesto también creó la Comisión para el Comercio Interestatal (Interstate Commerce Commission, ICC).

El poder de regulación federal sobre los transportistas evolucionó a partir de decisiones legislativas y judiciales de 1900 a 1920. Con el cambio de siglo, se volvieron comunes las prácticas competitivas destructivas, lo que dio como resultado que los transportistas determinaran los precios de manera independiente. Aunque la ICC tenía autoridad para revisar que los grupos de tarifas fueran justos y razonables, una vez publicadas por los transportistas individuales, no tenía una regulación sobre las tarifas. Los intentos de los ferrocarrileros por establecer tarifas conjuntas fueron declarados ilegales. En 1903, los ferrocarrileros apoyaron la aprobación del Decreto Elkins. Esta legislación eliminó las rebajas secretas y las concesiones especiales, al mismo tiempo que aumentaba el castigo por los acuerdos secretos para cobrar tarifas diferentes a las publicadas. Sin embargo, no eliminó los precios independientes y no regulados, los cuales eran la principal causa de discriminación.

La aprobación del decreto Hepburn en 1906 comenzó a establecer el poder regulador federal sobre los precios. La autorización de una revisión justa y razonable del decreto de 1887 se expandió para incluir el examen de las tarifas máximas. Sin embargo, la posición se mantuvo **no retroactiva**, o después de los hechos, hasta la aprobación del Decreto Mann-Elkins en 1910. Este decreto permitió a la ICC regular las tarifas propuestas **antes** de su fecha de aplicación y suspender las tarifas cuando parecían discriminatorias.

El sistema para la regulación de las tarifas se completó con la aprobación del Decreto de transporte de 1920. Aumentó el poder de revisión de la ICC para recomendar las tarifas mínima y máxima. La ICC recibió instrucciones de asumir una actitud más agresiva acerca las tarifas propuestas. El decreto original para regular el comercio fue modificado con el objetivo de instruir a la comisión para que iniciara, modificara y ajustara las tarifas, según lo requiriera el interés público. El decreto de 1920 también modificó el nombre del decreto de 1887 a Decreto de Comercio Interestatal.

1920-1940: Formalización regulativa

Varias leyes del transporte adicionales fueron promulgadas durante estas dos décadas. Con algunas excepciones, su objetivo principal fue aclarar los problemas relacionados con los decretos básicos de 1887 y 1920. En 1935, el Decreto de Emergencia para el Transporte recalcó las funciones de la ICC para establecer los estándares con respecto a los niveles de tarifas razonables. Para 1930, los transportistas se habían convertido en importantes proveedores. En 1935, el decreto para transportistas de Vehículos Automotores puso bajo la jurisdicción de la ICC la regulación del transporte por carretera para los transportistas comunes. Este hecho, el cual se convirtió en la parte II del Decreto de Comercio Interestatal, definió la naturaleza básica de las formas legales de los transportistas por contrato y con vehículos automotores.

⁷Para conocer la historia inicial de las iniciativas legislativas anteriores a 1887, consulte L. H. Hanley, *A Congressional History of Railroads in the United States, 1850-1887*, Boletín 342, Madison: University of Wisconsin, 1910.

En 1938, el Decreto de Aeronáutica Civil estableció la Autoridad de Aeronáutica Civil (Civil Aeronautics Authority, CAA) como la contraparte de la ICC dedicada a regular el transporte aéreo. Los poderes y los cargos de la CAA eran diferentes a los de la ICC en tanto que el decreto especificaba que la CAA promovería y desarrollaría de manera activa el crecimiento y la seguridad de la industria de las aerolíneas. En 1940, las funciones originales de la CAA fueron reorganizadas en la Junta de Aeronáutica Civil (Civil Aeronautics Board, CAB) y la Administración de Aeronáutica Civil, cuyo nombre cambió después a Administración de Aeronáutica Federal (Federal Aeronautics Administration, FAA). Además, a mediados de la década de los treinta se formó el Comité Nacional para Asesoría en Aeronáutica y en 1951 se convirtió en la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (National Aeronautics and Space Administration, NASA). A partir de la década de los sesenta, la NASA se concentró en atender la exploración del espacio exterior. Sin embargo, específicamente tenía a su cargo la responsabilidad de aumentar la seguridad, la utilidad y el conocimiento básico sobre la aviación, mediante el avance de la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, en la regulación que se generó, la CAB se encargaba de la preparación de tarifas; la FAA administraba el sistema aéreo, y la NASA se interesaba en el desarrollo científico de las naves espaciales, naves comerciales y la aviación privada.

La regulación de los ductos no fue tan sencilla como la de los ferrocarriles, los transportistas automotores y el transporte aéreo. En 1906, el decreto Hepburn declaró que los ductos petroleros eran transportistas comunes. La necesidad de una regulación se hizo evidente a partir del dominio del mercado que desde el principio tuvo la Standard Oil Company al desarrollar ductos para petróleo crudo que competían con el transporte por ferrocarril. En 1912 la ICC dictaminó, y esto después fue defendido por la Suprema Corte, que los ductos privados se podían regular como transportistas comunes. Aunque existen diferencias sustanciales entre la regulación de los ductos y otros sectores, para todos los propósitos efectivos, la ICC reguló el tránsito por los ductos. Resulta interesante que una gran diferencia relacionada con la regulación de los ductos es que se permitió a este tipo de transportista común trasladar bienes de su propiedad.

1940-1970: El statu quo

La regulación del transporte acuático antes de 1940 estaba muy fragmentada. Existían algunos estándares bajo la ICC y la Comisión Marítima Federal (Federal Maritime Commission, FMC). Además, una serie de decretos fueron asignados a agencias específicas para la regulación de diversos aspectos del transporte acuático nacional. Por ejemplo, el Decreto de Transporte de 1940 puso el transporte acuático nacional bajo la jurisdicción de la ICC y dio a la FMC autoridad sobre éste en el comercio con el extranjero, así como entre Alaska y Hawai, y otros puertos de Estados Unidos.

Es importante comprender que la ICC en realidad no establecía los precios de los transportistas; más bien, revisaba y aprobaba o desaprueba las tarifas. Bajo la regulación federal, se permitía a los transportistas establecer conjuntamente los precios porque estaban exentos de las consideraciones antimonopolio reconocidas en los decretos Sherman, Clayton, y Robinson-Patman. Esta exención estaba considerada en la disposición Reed-Bulwinkle de 1948, la cual permitía a los transportistas colaborar en las juntas de preparación de tarifas. La determinación de precios en colaboración era una característica común entre los transportistas por contrato. En particular, los transportistas por contrato de vehículos automotores y ferrocarril organizaron las oficinas de fletes que estandarizaban y publicaban las listas de precios, es decir las tarifas, para áreas geográficas específicas.

De 1970 a 1973 se aprobaron varias leyes para detener el rápido deterioro de la industria ferroviaria de Estados Unidos. En 1970, la Disposición de Servicio para Pasajeros de Ferrocarril estableció la Cooperación Nacional de Ferrocarriles de Pasajeros (AMTRAK). Se aprobó la Reorganización Regional de los Ferrocarriles (Regional Rail Reorganization, 3-R) de 1973 para proporcionar ayuda económica a siete importantes empresas ferrocarrileras del noreste que enfrentaban la bancarrota. Como resultado de las consideraciones 3-R, la Corporación Consolidada de Ferrocarriles (Consolidated Rail Corporation, CONRAIL) comenzó a operar partes de las siete líneas el 1 de abril de 1976.

El establecimiento de la AMTRAK y la CONRAIL representó el primer intento moderno del gobierno federal para poseer y operar medios de transporte. Aunque la aprobación posterior referida a la Revitalización y la Reforma Regulativa del Ferrocarril (Railroad Revitalization and Regulatory Reform, 4-R) y la Ley de Mejoramiento del Transporte Ferroviario de 1976 propor-

cionaron apoyo financiero para la AMTRAK y la CONRAIL, estas últimas también comenzaron a invertir la tendencia de la expansión regulativa que prevaleció durante nueve décadas.

1970-1980: El preludio a la desregulación

A principios de la década de los setenta ganaba impulso un movimiento para revisar y modificar las regulaciones económicas, con el fin de cumplir mejor los requerimientos de la sociedad contemporánea. Un Comité Asesor Presidencial recomendó una mayor competencia en el transporte, considerando que ello favorecería los intereses del público en general. Las recomendaciones del comité se publicaron en un informe de 1960 emitido por el Departamento de Comercio.⁸ En 1961, un comité del senado generó una Política revisada para el Transporte Nacional. Entre otras recomendaciones, el informe de 1961 defendía el establecimiento de un Departamento del Transporte (Department of Transportation, DOT).⁹ Después de su formación en 1966, el DOT se convirtió en una fuerza dominante que buscaba modificar la regulación. De 1972 a 1980, el DOT presentó o influyó de manera significativa la legislación en intervalos de dos años para modificar el alcance regulativo de los transportistas por contrato.

El éxito inicial en la reforma regulativa tenía una naturaleza administrativa. De 1977 a 1978, el director de la Junta de Aeronáutica Civil (CAB), Alfred Kahn, enfrentó la desregulación de facto de su dependencia en virtud de las reglas administrativas que estimulaban la competencia de precios entre los transportistas aéreos y facilitaban el establecimiento de aerolíneas nuevas. En 1977 fue reformada la Disposición de Aviación Federal para la desregulación de los precios y la participación de las aerolíneas de carga nacionales, los agentes de transportes y las asociaciones de embarcadores. Se modificó el estándar de participación en la industria de la carga aérea para requerir que un nuevo competidor fuera considerado **preparado, dispuesto y capaz** de realizar el servicio propuesto. Se eliminaron los criterios regulativos tradicionales de considerar las solicitudes de ingreso con base en la **necesidad de conveniencia pública**. El 24 de octubre de 1978 se aprobó la Desregulación de las Aerolíneas, ampliando la competencia de libre mercado a todas las formas de transporte aéreo de pasajeros. La CAB se desintegró el 30 de noviembre de 1984.

1980-2000: La desregulación

El impulso para el cambio regulativo económico en los camiones y los ferrocarriles se hizo oficial con la aprobación de la Legislación para Transportistas con Vehículos Automotores (MC 80) de 1980 y las Disposiciones Staggers para los Ferrocarriles.¹⁰

El MC 80 fue un esfuerzo formal para estimular la competencia y promover la eficiencia en los camiones. Se relajaron las restricciones de participación o el derecho para realizar operaciones, lo cual permitió a las empresas ofrecer servicios de camiones si eran consideradas preparadas, dispuestas y capaces. Se abolieron las restricciones acerca de los tipos de fletes que los transportistas podían llevar legalmente y el rango de los servicios que podían proporcionar. Aunque la ICC mantuvo el derecho para proteger al público contra prácticas discriminatorias y abuso en precios, los transportistas individuales obtuvieron el derecho para fijar el precio de sus servicios. En la industria camionera, se restringieron las prácticas de establecimiento de tarifas de manera colectiva y después se abolieron. Fue dramático el impacto estructural del MC 80 en la industria de transportistas con vehículos automotores por contrato. De la noche a la mañana la industria se transformó de una estructura muy regulada a una muy competitiva.

El 14 de octubre de 1980, se desreguló la industria ferroviaria con la promulgación de la Ley Staggers para los Ferrocarriles. Este decreto era una continuación de una tendencia iniciada con los decretos 3-R y 4-R y complementaba el de Mejoramiento del Transporte Ferroviario de 1976. La filosofía dominante de Staggers era proporcionar a la administración de los ferrocarriles la

⁸Departamento de Comercio, *Federal Transportation Policy and Program*, Washington, DC: Government Printing Office, 1960.

⁹Comité Senatorial sobre Comercio, 87o. Congreso, *National Transportation Policy*, Washington, DC: Government Printing Office, 1961. El Departamento de Transporte fue establecido mediante la Ley Pública 86-670 en 1966 e inició sus operaciones el 1 de abril de 1967.

¹⁰Decreto para transportistas con vehículos automotores de 1980 (Ley Pública 96-296) y Ley Staggers para los ferrocarriles de 1980 (Ley pública 96-488).

libertad necesaria para revitalizar la industria. Al respecto, la consideración más importante de Staggers es una mayor libertad en el establecimiento de los precios. Se autorizó a los ferrocarriles la reducción de las tarifas de manera selectiva para poder competir, al mismo tiempo que aumentar otras tarifas para cubrir los costos de operación. También se concedió a los transportistas mayor flexibilidad acerca de los sobreprecios. Específicamente se legalizaron los acuerdos contractuales de tarifas entre los embarcadores individuales y los transportistas. Además de la flexibilidad en los precios, se dio mayor libertad a la administración de los ferrocarriles para abandonar el servicio de aquel ferrocarril que tuviera un desempeño deficiente. La disposición legal también aportó una actitud liberalizada hacia las fusiones aumentando la posibilidad de que los ferrocarriles participaran en el servicio como transportistas con vehículos automotores.

Desde la aprobación de la memorable legislación de 1980, varias legislaciones importantes han definido todavía más la práctica y la estructura de la determinación de los precios. La tendencia hacia un mercado de transporte competitivo fue reforzada por importantes reglamentos administrativos y judiciales. Por ejemplo, hasta la aprobación de las disposiciones sobre tarifas negociadas (Negotiated Rate Act, NRA) de 1993, un hueco en la reglamentación interfería con los precios competitivos. La competencia hizo que muchos transportistas con vehículos automotores negociaran con los embarcadores tarifas más bajas que las formalizadas con la ICC. En algún momento, grupos de transportistas demandaron a los embarcadores por la diferencia entre la tarifa formalizada con la ICC y la tarifa negociada más baja; en total, 27 000 millones de dólares en demandas.¹¹ En Maislin Industries contra Primary Steel (1990), la Suprema Corte encontró que las demandas por cobro de estas diferencias por lo general fueron válidas. En respuesta, el NRA de 1993 proporcionó un esquema para que los transportistas con vehículos automotores solventaran las demandas por cobro de menos. Sin embargo, en el caso final por cobro de menos, en 2001, Willig Freight Lines Incorporated contra Shuford Mills Incorporated, la Corte encontró que era una práctica irrazonable la búsqueda de una restitución por cobro de menos.

La autoridad de la ICC para regular el transporte se debilitó después de la aprobación de la Reforma de la Industria Camionera de 1994.¹² Ésta eliminó la necesidad de que los transportistas con vehículos automotores formalizaran las tarifas con la ICC y, por lo tanto, eliminó los cobros de menos. A partir del 1 de enero de 1996, la ICC fue disuelta con la aprobación de las Disposiciones de Finalización de la ICC de 1995. Éstas desregularizaron todavía más el transporte y establecieron una Junta para el Transporte de Superficie (Surface Transportation Board, STB) dentro del DOT para administrar los demás asuntos de la regulación económica en la industria.¹³ La autoridad de la STB incluye todos los modos de transporte e incorpora los agentes de carga y los comisionistas.

Durante décadas, en Estados Unidos existió un intenso conflicto entre el gobierno federal y los gobiernos estatales acerca del derecho legal para regular el comercio interestatal. Ambos niveles de gobierno reclamaban los derechos inherentes para la regulación. Es evidente que el gobierno estatal tenía derecho para regular los embarques dentro del estado en términos del tamaño del vehículo, el ingreso, las tarifas y las rutas. En la época de la regulación, 42 estados participaban activamente en alguna forma de regulación.¹⁴ Los problemas de derecho del estado para regular no estaban tan claros respecto al flete desplazado en el comercio interestatal.

En un esfuerzo por aumentar la uniformidad regulativa dentro de los estados, la ICC intentó aclarar y ampliar el transporte interestatal. El comercio interestatal se definía como el movimiento de productos a través de las fronteras estatales. En una determinación de 1993, la ICC concluyó que los embarques de los almacenes hacia los mercados en el mismo estado podían considerarse movimientos interestatales si las mercancías se habían embarcado originalmente fuera del estado. La ICC argumentó que dichos embarques eran parte de un movimiento continuo y que se debía aplicar la regulación interestatal. En un esfuerzo por alcanzar un control más directo sobre la regulación dentro de los estados, la Administración de la Aviación Federal y la Reautorización de

¹¹Thomas Gale Moore, "Clearing the Track, The Remaining Transportation Regulations", *The CATO Review of Business and Movement*, 1995.

¹²Reforma de la Industria Camionera de 1994 (Ley Pública S. B. 2275).

¹³Finalización de la ICC de 1995.

¹⁴Cassandra Chrones Moore, "Interstate Trucking: Stronghold of the Regulations", *Policy Analysis* 204, 16 de febrero de 1994, p. 6.

1996 en esencia se apropiaron de la regulación económica del transporte dentro de los estados.¹⁵ La apropiación se incluyó en la ley debido a que el Congreso encontró que la regulación del transporte dentro de los estados: 1) había impuesto un costo irrazonable sobre el comercio interestatal; 2) impedía el flujo libre del comercio, el tránsito, y el transporte del comercio interestatal; y 3) aplicaba un costo irrazonable a los clientes.

Esta legislación se apropió de la regulación estatal de los precios, las rutas y los servicios para la recolección y entrega de los transportistas aéreos directos y los automotores relacionados. El propósito era nivelar las actividades entre los transportistas aéreos y terrestres con respecto a la regulación del transporte económico dentro de los estados. El efecto neto fue eliminar la regulación del transporte dentro de los estados.

En 1998, la Reforma para Embarques Oceánicos revisó y actualizó una ley anterior aprobada en 1984, la cual sirvió para reducir en mucho la autoridad regulativa de la Comisión Marítima Federal. Aunque la FMC sigue regulando el embarque en trasatlánticos, ya no es necesario que los transportistas formalicen las tarifas con ella. Esta ley dio a los transportistas mucha más libertad para negociar las tarifas y los contratos con los embarcadores.

2000-momento actual: La tecnología, la seguridad y la protección

El nuevo milenio presentó cambios significativos en la industria del transporte. La adopción tecnológica estimuló muchos de estos cambios. La legislación de firmas electrónicas en el comercio mundial y nacional de 2000 concedió a los documentos electrónicos que incluyan una firma digital el mismo estado legal que los documentos impresos. Además, en julio de 2004, el Departamento de la Defensa de Estados Unidos ordenó a sus 45 000 proveedores que incluyeran etiquetas de identificación de radiofrecuencia en cualquier artículo vendido a la dependencia. A partir del año 2000 predominaron las regulaciones sobre seguridad porque se hicieron cambios significativos para limitar las horas de servicio de los conductores de camiones. Sin embargo, los cambios más significativos fueron provocados por el terrorismo y el aumento de la protección en el transporte en Estados Unidos a partir del 11 de septiembre de 2001. El Decreto Patriótico de este país, promulgado el 26 de octubre de 2001, aumentaba las revisiones en los puertos, regulaba los filtros en los aeropuertos y aumentaba la protección en los cruces de fronteras terrestres. Este decreto produjo una extensa implementación de iniciativas voluntarias entre las aduanas estadounidenses y las industrias privadas, conocida como Sociedad de las Aduanas y el Comercio contra el Terrorismo (Customs-Trade Partnership Against Terrorism, C-TPAT).

Otra legislación en el nuevo milenio fue resultado de la globalización. El cobro de menos y subsidio de 2000, conocido como la Enmienda Byrd, fue aprobado en respuesta al cobro de menos y a la inundación artificial del mercado de Estados Unidos con artículos extranjeros. La ley concede a las empresas estadounidenses que inician demandas contra el cobro de menos todas las multas cobradas a las empresas extranjeras participantes en prácticas de inundación. Las autoridades aduanales han distribuido más de 550 millones de dólares en ganancias a las empresas estadounidenses, y esperan repartir otros 240 millones de dólares en 2004.¹⁶ Los críticos de esta ley argumentan que ha desalentado el comercio mundial y ha violado las reglas de la Organización para el Comercio Mundial (World Trade Organization, WTO). De hecho, en represalia, otros países han impuesto aranceles hasta de 100% a los artículos estadounidenses.¹⁷

Otro ejemplo del impacto de la globalización en la regulación son los esfuerzos recientes por replantear la Disposición Jones.¹⁸ Ésta obliga a que sólo las embarcaciones construidas en Estados Unidos que operen bajo una bandera estadounidense y con una tripulación estadounidense pueden vender artículos directamente de un puerto de Estados Unidos a otro. Las regulaciones similares se suelen llamar leyes de cabotaje. Los opositores a esta ley argumentan que esta disposición limita de manera injusta la competencia mundial en los embarques locales en Estados Unidos. Sin embargo, debido a la necesidad de imponer leyes relacionadas con el comercio local, casi todos los países siguen teniendo leyes de cabotaje.

¹⁵Autorización de la Administración de la Aviación Federal de 1994 (H. R. 103-2739) y Reautorización de la Aviación Federal de 1996 (USCS 40101).

¹⁶"WTO OKs Byrd Amendment Sanctions", *American Shipper*, octubre de 2004, p. 40.

¹⁷"Byrd Amendment Repeal Urged", The National Industrial Transportation League, 3 de diciembre de 2004.

¹⁸Ley marítima de 1920, sección 27.

Estructura del transporte

La estructura del transporte de flete consta de los derechos de paso, los vehículos y los transportistas que operan dentro de cinco modos básicos de transporte. Un **modo** identifica un método o forma básica de transporte. Los cinco modos básicos de transporte son: ferroviario, carretero, acuático, ductos y aéreo.

La importancia relativa de cada modo de transporte en Estados Unidos se mide en términos de las millas de extensión del sistema, el volumen de tráfico, las ganancias y la naturaleza del flete transportado. La tabla 7.1 ofrece un resumen de los gastos en transporte por modo de 1960 a 2004. Las tablas 7.2 y 7.3 proporcionan el tonelaje y la participación en las ganancias por modo en 2003 y lo proyectado para 2015. Estos datos confirman que la participación de los camiones en el mer-

TABLA 7.1
Facturación por flete
(en miles de millones
de dólares) en
Estados Unidos

Fuente: Adaptada de Rosalyn Wilson, *16th Annual State of Logistics Report*, Council of Supply Chain Management Professionals, Oak Brook, IL, 2005.

	1960	1970	1980	1990	2000	2004
Camión	32.3	62.5	155.3	270.1	481.0	509.0
Ferrocarril	9.0	11.9	27.9	30.0	36.0	42.0
Acuático	3.4	5.3	15.3	20.1	26.0	27.0
Ductos	0.9	1.4	7.6	8.3	9.0	9.0
Aéreo	0.4	1.2	4.0	13.7	27.0	31.0
Otros transportistas	0.4	0.4	1.1	4.0	10.0	18.0
Otros costos del embarcador	1.3	1.4	2.4	3.7	5.0	8.0
Gran total	47.8	83.9	213.7	350.8	594.0	644.0
Producto Nacional Bruto (billones)	0.5	1 046	2 831	5 832	9 960	11 740
Gran total del Producto Nacional	9.00%	8.03%	7.55%	6.02%	5.92%	5.50%

TABLA 7.2
Embarques
nacionales por modo
y volumen

Fuente: Adaptado de *United States Freight Transportation Forecast to 2015*, American Transportation Association.

	Volúmenes de flete		Porcentaje de participación		Cambio porcentual
	2003	2015	2003	2015	
Camión	9 062	12 141	68.9%	69.8%	34.0%
Ferrocarril	1 700	2 166	12.9%	12.5%	27.4%
Ferrocarril intermodal	122	205	0.9%	1.2%	67.7%
Aéreo	18	31	0.1%	0.2%	70.4%
Acuático	1 018	1 296	7.7%	7.4%	27.2%
Ductos	1 238	1 556	9.4%	8.9%	25.7%

TABLA 7.3
Embarques nacio-
nales por modo e
ingresos

Fuente: Adaptado de *United States Freight Transportation Forecast to 2015*, American Transportation Association.

	Ingresos por flete		Porcentaje de participación		Cambio porcentual
	2003	2015	2003	2015	
Camión	610.1	1 049.1	86.9%	87.3%	72.0%
Ferrocarril	36.0	51.5	5.1%	4.3%	43.1%
Ferrocarril intermodal	7.6	15.7	1.1%	1.3%	106.6%
Aéreo	13.1	27.8	1.9%	2.3%	112.2%
Acuático	7.8	12.5	1.1%	1.0%	60.3%
Ductos	27.3	44.9	3.9%	3.7%	64.5%

cado de fletes nacionales excede por mucho la de los otros modos combinados. La participación del transporte camionero en el tonelaje en 2003 fue de 68.9%, y en los ingresos fue de 86.9%. Aunque todos los modos de transporte son vitales para una sólida estructura del transporte nacional, es evidente que la economía estadounidense, actual y proyectada, depende de los camiones. El análisis siguiente presenta un panorama de las características operativas esenciales de cada modo.

Transporte ferroviario

Históricamente los ferrocarriles han transportado la cantidad más grande de toneladas-millas dentro del territorio de Estados Unidos. Una tonelada-milla es una medida estándar de la actividad de flete que combina el peso y la distancia. Como resultado del desarrollo inicial de una detallada red de ferrocarriles que conectaba casi todas las ciudades y pueblos, los ferrocarriles dominaron el tonelaje del flete entre las ciudades hasta después de la Segunda Guerra Mundial. Esta temprana superioridad fue el resultado de la capacidad para transportar embarques grandes de manera económica y ofrecer un servicio frecuente, lo cual dio a los ferrocarriles una posición casi monopólica. Sin embargo, con los avances de la tecnología se comenzó a desarrollar una seria competencia de los transportistas con vehículos automotores después de la Segunda Guerra Mundial y comenzó a declinar la participación de los ferrocarriles en las ganancias y las toneladas-millas.

Los ferrocarriles alguna vez se clasificaron primero entre todos los modos, en términos del número de millas en servicio. El extenso desarrollo de los vehículos y las carreteras para apoyar el crecimiento de los automóviles y camiones después de la Segunda Guerra Mundial pronto modificó esta clasificación. En 1970 existían 206 265 millas de vías de ferrocarril en Estados Unidos. Para 2003 esa cantidad había disminuido a 98 944 millas como resultado de un abandono significativo.¹⁹

La capacidad para transportar de manera eficiente un gran tonelaje en distancias grandes es la principal razón de que los ferrocarriles sigan manejando un tonelaje significativo entre las ciudades. Las operaciones de los ferrocarriles tienen costos fijos altos debido al equipo costoso, las vías y el derecho de vía, los patios de traslado, y las terminales. Sin embargo, el ferrocarril disfruta de costos operativos variables relativamente bajos. El desarrollo de la fuerza diesel redujo el costo variable del ferrocarril por tonelada-milla y la electrificación aportó mayores reducciones en los costos. Los acuerdos modificados con la mano de obra han reducido los requerimientos de recursos humanos, lo cual ha generado reducciones en el costo variable.

Como resultado de la desregulación y en atención al desarrollo comercial, el tráfico por ferrocarril ha pasado de transportar una amplia variedad de mercancías a trasladar fletes específicos. El tonelaje principal del ferrocarril proviene de las industrias de extracción de materiales ubicadas a distancias considerables de las vías marítimas, y de artículos pesados como automóviles, equipo agrícola, y maquinaria. La estructura de costo variable fijo del ferrocarril ofrece ventajas competitivas para desplazamientos largos de la carga. Desde la mitad de la década de los setenta, los ferrocarriles comenzaron a segmentar su mercado de transporte al concentrarse en el tráfico de vagones completos, intermodales y contenedores. La mercadotecnia se volvió más segmentada después de la aprobación de la ley Staggers para ferrocarriles. Los ferrocarriles se hicieron más reactivos a las necesidades específicas de los clientes al concentrarse en las industrias de productos a granel, y de fabricación pesada, en contraste con el servicio de furgones. Las operaciones intermodales crecieron tras la formación de alianzas con los transportistas de vehículos automotores. Por ejemplo, United Parcel Service, siendo un transportista multifacético, es el más grande usuario de servicio de ferrocarril para transportar remolques en Estados Unidos.

Para proporcionar un mejor servicio a los clientes importantes, los ferrocarriles progresivos se han concentrado en el desarrollo de equipo especializado, como vagones sellados para automotores con tres niveles, vagones acojinados, trenes unitarios, vehículos articulados y vagones planos con dos contenedores apilados. Los ferrocarriles aplican estas tecnologías para reducir el peso, aumentar la capacidad de carga y facilitar el intercambio. Las últimas tres innovaciones se explican con mayor detalle.

¹⁹Departamento de Transporte de Estados Unidos, Oficina de Estadísticas del Transporte, *Pocket Guide to Transportation*, Washington, DC: U.S. Government Office, 2005.

En un tren unitario, toda la capacidad se compromete a transportar un solo producto. El producto suele ser una mercancía a granel como carbón o granos. Los trenes unitarios también se han utilizado para apoyar las operaciones de ensamblado en la industria automotriz. Es más rápido y menos costoso operar un tren unitario que uno tradicional, porque se puede dirigir directo y sin escalas del origen al destino.

Los vagones articulados son un chasis de ferrocarril extendido que puede cargar hasta 10 contenedores en una sola unidad flexible. El concepto es reducir el tiempo requerido para formar los trenes en los patios.

Los vagones para doble apilamiento, como lo indica su nombre, están diseñados para transportar dos niveles de contenedores en un solo vagón plano, lo cual duplica la capacidad de cada vagón. Los contenedores, que se analizan más adelante en el capítulo, básicamente son remolques de camión sin ruedas.

Los ejemplos anteriores de ningún modo son una lista exhaustiva de las innovaciones recientes en el ferrocarril. Representan intentos para conservar y aumentar su participación en el mercado de los ferrocarriles. Los retos de la década de los setenta de supervivencia y posible nacionalización han sido reemplazados por una revitalizada red de ferrocarriles. Los ferrocarriles en la actualidad realizan una función muy concentrada e importante en la estructura del transporte como los líderes intermodales del siglo XXI.

Transporte carretero

El transporte por carretera ha crecido rápidamente desde el final de la Segunda Guerra Mundial. En un grado significativo, el rápido crecimiento de la industria camionera ha sido resultado de la velocidad acoplada con la capacidad para funcionar de puerta a puerta.

Los camiones poseen flexibilidad porque pueden funcionar en diversos caminos. Casi un millón de millas de carreteras están disponibles para los camiones, lo cual es una distancia mayor que todos los otros modos de superficie combinados. La flota nacional estadounidense de camiones en la carretera es superior a 1.7 millones de tractores y 4.9 millones de remolques.²⁰

En comparación con los ferrocarriles, los camiones tienen una inversión fija relativamente pequeña en las plantas terminales y funcionan en caminos financiados y conservados por el gobierno. Aunque es considerable el costo de las autorizaciones, los derechos de los usuarios y los peajes, estos gastos se relacionan directamente con el número de camiones y millas operados. Es alto el costo variable por milla para los transportistas de vehículos automotores porque se requiere una cabina y un conductor separados para cada remolque o combinación de remolques apareados. También son altos los requerimientos de mano de obra debido a las restricciones de seguridad del conductor y la necesidad de gran cantidad de mano de obra en las bahías. Las operaciones de los camiones se caracterizan por costos fijos bajos y costos variables altos. En comparación con los ferrocarriles, los camiones manejan de manera más eficiente los embarques en distancias cortas.

La capacidad de los camiones favorece las operaciones de fabricación y distribución, en distancias hasta de 500 millas para productos de valor alto. Los camiones han desplazado a los ferrocarriles de manera significativa en la transportación de productos medianos y ligeros. Como resultado de la flexibilidad en entrega, los camiones dominan el movimiento de flete de los mayoristas y los almacenes a las tiendas de menudeo. Esto hace que el futuro de los camiones sea brillante. En la actualidad, con excepción de los artículos en empaques pequeños trasladados en servicios aéreos de primera calidad, casi todos los embarques menores de 15 000 libras son transportados en camión.

La industria camionera tiene sus propios problemas. La principal dificultad se presenta con el costo creciente para reemplazar el equipo, el mantenimiento, la seguridad, la escasez de conductores, las regulaciones de horas de servicio de los conductores y los salarios en las bahías. Aunque el aumento de las tarifas de la mano de obra afecta los modos de transporte, los camiones requieren mucha mano de obra y hacen que los salarios altos sean una preocupación importante. Para contrarrestar esta tendencia, los transportistas han dedicado mucha atención a mejorar la programación de las líneas, así como los sistemas de facturación computarizados, las terminales mecanizadas,

²⁰Departamento de Transporte, Oficina de Estadísticas del Transporte, "Highway Statistics, 2003", tablas MV-9 y MV-11, Washington, DC, 2003.

las operaciones apareadas para llevar dos o tres remolques con una sola cabina y la participación en sistemas de transporte intermodales coordinados.

Una alternativa para el servicio de camiones por contrato son los camiones propiedad del embarcador o los camiones operados por proveedores con servicios logísticos integrados (integrated logistics service providers, ISP) bajo contrato para realizar servicios de transporte para embarcadores específicos.

Aproximadamente 55% de todo el tonelaje de camiones es trasladado entre las ciudades en unidades propiedad del embarcador o controlados por el embarcador. Después de la desregulación, esta proporción llegó hasta 66% en 1987.²¹ La reducción a 55% es resultado de que los embarcadores comprendieron las numerosas complejidades y problemas de operar una flotilla privada. El crecimiento de los camiones operados por un ISP ofrece un servicio que combina la flexibilidad de los operadores privados con la posible consolidación de los operadores por contrato. Un ISP puede realizar servicios para varios embarcadores y, por lo tanto, conseguir economías de escala y de distancia.

Desde 1980, la desregulación ha modificado de manera notable la naturaleza de los camiones por contrato. Los segmentos de la industria que se han definido mejor desde la desregulación son las cargas completas (truckload, TL), las cargas incompletas (less-than-truckload, LTL) y las especializadas. El cambio notorio se relaciona con el tipo de transportistas que operan en cada categoría.

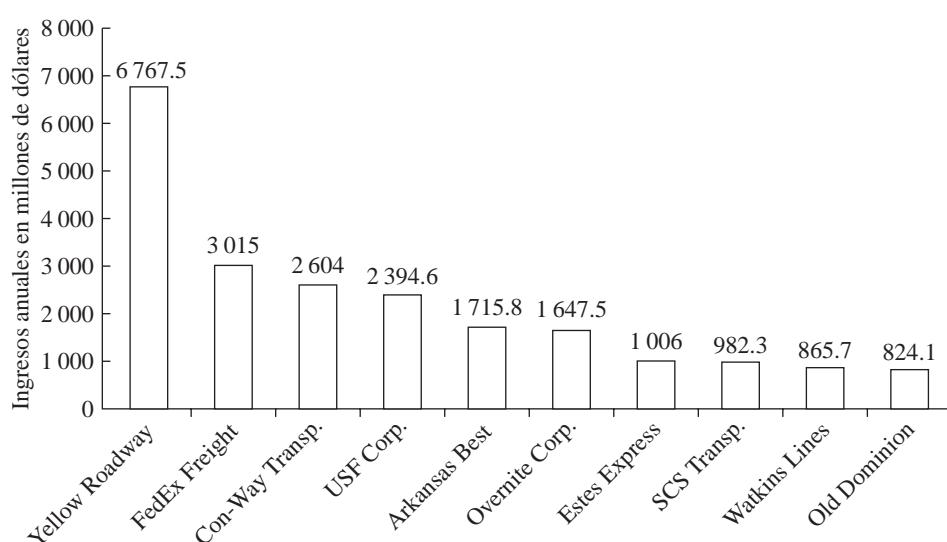
El segmento TL incluye las cargas de más de 15 000 libras y no suele requerir paradas intermedias entre el origen y el destino. Aunque las empresas grandes como Schneizer National y J. B. Hunt ofrecen servicio TL, el segmento se caracteriza por una gran cantidad de transportistas relativamente pequeños con una intensa competencia en los precios.

El segmento de las LTL se dedica a los embarques menores de 15 000 libras y generalmente se suelen consolidar para aprovechar mejor la capacidad de un remolque. Como resultado de los costos relativamente más altos en las terminales de origen y destino y por gastos de mercadotecnia, las LTL experimentan un porcentaje más alto de costos fijos que las TL. Las características operativas del flete LTL han generado una extensa consolidación en la industria, lo que tuvo como resultado relativamente pocos transportistas grandes en el ámbito nacional y una fuerte red regional de transportistas menores. Algunos transportistas LTL importantes en Estados Unidos son Yellow Roadway, USF Corp., FedEx Freight, Con Way Transportation y Arkansas Best. La figura 7.2 presenta la participación en el mercado de los 10 principales transportistas LTL. En 2005, Yellow Roadway y USF Corp. propusieron su fusión, lo cual sugiere que continúa la consolidación de la industria LTL en el país.

²¹ Departamento de Transporte, Oficina de Estadísticas del Transporte, "National Transportation Statistics, 2004", tabla 1-46, Washington, DC, 2004.

FIGURA 7.2
Ingresos en 2004 de
los 10 principales
transportistas
estadounidenses
LTL con vehículos
automotores

Fuente: Los datos son de *Transport Topics*, 7 de marzo 2005, p. 1.



Entre los transportistas especializados están quienes acarrean material a granel y empacado, como Waste Management y United Parcel Service. Las empresas especializadas se concentran en los requerimientos específicos de transporte de un mercado o producto. Los transportistas especializados no suelen competir directamente con los otros dos segmentos.

Con base en el tamaño completo de la industria camionera y los servicios proporcionados, es evidente que el transporte por carretera seguirá funcionando como la columna vertebral de las operaciones logísticas durante un futuro previsible.

Transporte acuático

El agua es el modo de transporte más antiguo. Las embarcaciones originales fueron reemplazadas por barcos movidos por vapor a principios del siglo XIX y por las embarcaciones diesel a partir de 1920. Se suele diferenciar el transporte en aguas profundas y el transporte en aguas navegables dentro del territorio estadounidense.

El transporte acuático de Estados Unidos, el cual incluye los Grandes Lagos, los canales y las vías fluviales, ha conservado una participación relativamente constante en las toneladas-millas anuales de entre 19 y 30% durante las cuatro décadas anteriores. Si bien esta participación ha permanecido relativamente constante, la mezcla ha cambiado mucho. El porcentaje de toneladas-millas en ríos y canales ha aumentado en más de 183 millones de toneladas-millas entre 1965 y 2002, mientras que, en los Grandes Lagos, han disminuido en más de 22 millones de toneladas-millas en el mismo periodo. Estas cifras reflejan un cambio del transporte de productos a granel por ferrocarril y carreteras a un movimiento de menor costo por los ríos y canales costeros. De igual modo, se ha experimentado un cambio en los embarques desde las zonas cercanas a los lagos al transporte en camiones.

En 2002 estaban disponibles 26 000 millas de vías fluviales tierra adentro, sin incluir los Grandes Lagos ni los embarques costeros.²² El tamaño de esta red se ha mantenido estable durante la década anterior y se espera que así se mantenga durante el futuro previsible. Este sistema tiene menos millas que cualquier otro modo de transporte.

La principal ventaja del transporte acuático es la capacidad para trasladar embarques muy grandes. Esta clase de transporte emplea dos tipos de embarcaciones para el desplazamiento: embarcaciones de aguas profundas, generalmente diseñadas para el transporte por las costas, los océanos y los Grandes Lagos; y las embarcaciones a diesel que funcionan en los ríos y canales, y que tienen bastante más flexibilidad.

El transporte acuático se ubica entre el ferrocarril y los camiones en términos de costo fijo. Aunque los transportistas por afluentes deben construir y operar sus propias terminales, el gobierno desarrolla y conserva el derecho de vía y esto produce costos fijos moderados en comparación con el ferrocarril. Las principales desventajas del transporte en cuestión son el limitado rango de operación y una velocidad lenta. A menos que el origen y el destino estén cerca de una vía pluvial, se requiere un traslado complementario por ferrocarril o camión. La capacidad del transporte acuático para desplazar grandes tonelajes a un costo variable bajo genera demanda cuando se requieren tarifas de flete bajas y la velocidad del tránsito viene siendo una consideración secundaria.

El transporte por agua se mantendrá como una opción viable de transporte en la logística de las cadenas de suministro futuras. El tránsito lento del transporte fluvial representa una forma de almacenamiento del producto en tránsito que puede aprovechar el diseño de un sistema logístico. Además, el Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte (North American Free Trade Agreement, NAFTA) ofrece la posibilidad de aumentar el uso de la vía marítima de San Lorenzo como vínculo con los nuevos mercados de productores y clientes en México, el medio oeste y las ciudades portuarias canadienses. La aprobación del Decreto de Libre Comercio de América Central (Central America Free Trade Act, CAFTA) en 2005 también tendrá un impacto importante en el uso del transporte acuático el cual sigue siendo fundamental para la logística mundial.

²²Departamento de Transporte, Oficina de Estadísticas del Transporte, "National Transportation Statistics, 2004", tabla 2-7, Washington, DC, 2004.

Ductos

Los ductos son una parte significativa del sistema de transporte en Estados Unidos. Éstos representan aproximadamente 67.8% de los movimientos de toneladas-millas de petróleo crudo y refinado. En 1998 funcionaban 200 500 millas de ductos en todo el país.²³

Además de productos petroleros, el otro producto importante transportado por ductos es el gas natural. Igual que los ductos de petróleo, los de gas natural son de propiedad y operación privada, y muchas empresas de gas funcionan como distribuidores y proveedores de transporte por contrato.

La naturaleza básica de un ducto es única en comparación con cualquier otro modo de transporte. Los ductos funcionan 24 horas diarias, siete días a la semana y sólo están limitados por el cambio del producto y el mantenimiento. A diferencia de otros modos, no existe un contenedor o vehículo vacío que debe regresar. Los ductos tienen el costo fijo más alto y el costo variable más bajo entre los modos de transporte. Los costos fijos altos son el resultado del derecho de vía para los ductos, la construcción y los requerimientos para las estaciones de control, y la capacidad de bombeo. Como los ductos no requieren mucha mano de obra, el costo operativo variable es muy bajo una vez construido el ducto. Una desventaja obvia es que no son flexibles y están limitados al producto que deben transportar, de modo que sólo pueden manejar gasolina líquida o en pasta diluida.

Se siguen haciendo experimentos para poder mover productos sólidos en forma de pasta diluida o suspensión hidráulica. Los ductos de pasta diluida de carbón han demostrado ser un modo eficiente y económico de transportar carbón por distancias largas. Estas líneas de pasta diluida de carbón requieren grandes cantidades de agua, lo cual es una preocupación importante entre los ambientalistas.

Transporte aéreo

El modo más reciente pero menos utilizado es el transporte aéreo. La ventaja principal del flete aéreo es la velocidad a la que se traslada un embarque. Un cargamento aéreo de costa a costa sólo requiere algunas horas, a diferencia de los días requeridos por los otros modos de transporte. Aunque es costoso, la velocidad del transporte aéreo permite reducir o eliminar otros aspectos logísticos, como el almacenamiento o el inventario.

El transporte aéreo, a pesar de brindar un alto desempeño, se considera una posibilidad más que una realidad. Aunque las rutas aéreas representan más de 4 210 millones de toneladas-millas, el flete aéreo representa sólo 1% de las toneladas-millas entre ciudades.²⁴ La capacidad del transporte aéreo está limitada por el tamaño de la carga, la capacidad de elevación del peso y la disponibilidad de aeronaves. Usualmente la carga aérea entre ciudades se transportaba o programaba en los vuelos de pasajeros. Aunque la práctica era económica, tenía una capacidad limitada y poca flexibilidad en las operaciones de flete. El alto costo de las aeronaves a chorro, acoplado con la naturaleza errática de la demanda del flete, sirvió para limitar el compromiso económico de aeronaves dedicadas a operaciones sólo de flete.

Sin embargo, la aparición de transportistas aéreos de primera calidad como Federal Express, United Parcel Air y DHL Express introdujo el servicio de flete aéreo mundial. Si bien este servicio de primera calidad se orientó al principio a transportar documentos importantes, creció para incluir el flete de paquetería. Por ejemplo, los transportistas de primera calidad han integrado su servicio para incluir entrega de piezas de un día para otro desde centros de distribución estratégicamente ubicados como ejes. La entrega aérea de este tipo desde un almacén central es atractiva para las empresas que tienen muchos productos de valor alto y requerimientos de servicio sensibles al tiempo.

El costo fijo del transporte aéreo es bajo en comparación con el ferroviario, el acuático y el de ductos. De hecho, el transporte aéreo apenas está después del transporte por carretera en relación con el costo fijo bajo. Las vías aéreas y los aeropuertos son desarrollados y conservados

²³Association of Oil Pipelines, "Annual Report Comparisons from 1982-2002", Washington, DC, junio de 2004.

²⁴Departamento de Transporte de Estados Unidos, Oficina de Estadísticas del Transporte, "National Transportation Statistics, 2004", Washington, DC, 2004.

por el gobierno. Los costos fijos del flete aéreo se asocian con la compra de las aeronaves y el requerimiento de sistemas de manejo especializados y contenedores de carga. Por otra parte, el costo variable del flete aéreo es muy alto como resultado del combustible, los derechos de los usuarios, el mantenimiento, y la capacidad de la mano de obra de las tripulaciones en vuelo y en tierra.

Debido a que los aeropuertos requieren terrenos grandes, su integración con otros modos de transporte suele estar limitada. Sin embargo, existe bastante interés por integrar el transporte aéreo con otros modos y desarrollar aeropuertos sólo de flete para eliminar el conflicto con el servicio de pasajeros. Por ejemplo, el aeropuerto Alliance, ubicado cerca de Forth Worth, Texas, fue diseñado para integrar la distribución aérea por ferrocarril y por camión desde un solo lugar.

Ninguna mercancía en particular domina el tráfico en las operaciones de flete aéreo. Tal vez la diferencia principal es que casi todo el flete tiene un valor y una prioridad altos. Las empresas tienden a utilizar los movimientos de carga programada o no programada cuando la propuesta del servicio justifica el costo alto. Los productos con el mayor potencial de movimiento aéreo regular son los que tienen un valor alto o una caducidad inmediata. Cuando el periodo de mercadotecnia de un producto es muy limitado, como los regalos navideños, las prendas de última moda, los productos pesqueros frescos, o las flores, el transporte aéreo es el único método práctico para apoyar las operaciones a escala nacional. La logística rutinaria de productos como las computadoras, las refacciones y los catálogos de clientes también emplean el flete aéreo.

Clasificación modal

La tabla 7.4 compara la estructura de los costos fijos y variables de cada modo. La tabla 7.5 clasifica las características operativas de los modos por velocidad, disponibilidad, confiabilidad, capacidad y frecuencia.

La **velocidad** se refiere al tiempo transcurrido durante el movimiento. El flete aéreo es el más rápido de todos los modos. La **disponibilidad** se refiere a la capacidad de un modo para dar servicio a cualquier lugar. Los camiones tienen la mayor disponibilidad porque se pueden conducir directamente a los puntos de origen y destino. La **confiabilidad** habla de la posible variación entre los programas de entrega esperada o publicada. Los ductos, debido a su servicio continuo y escasas interferencias por el clima o congestionamientos, son los de mayor confiabilidad. La **capacidad** es la posibilidad de que un modo maneje cualquier requerimiento del transporte, como

TABLA 7.4
Estructura de costos para cada modo

- *Ferroviario.* Costos fijos altos en equipo, terminales, vías, etc. Costos variables bajos.
- *Carretero.* Costos fijos bajos (las carreteras existen como un apoyo público). Costos variables medios (combustible, mantenimiento, etcétera).
- *Acuático.* Costos fijos medios (embarcaciones y equipo). Costos variables bajos (capacidad para transportar gran cantidad de tonelaje).
- *Ductos.* Costos fijos más altos (derechos de vías, construcción, requerimientos para controlar las estaciones, y capacidad de bombeo). Costos variables más bajos (el costo de mano de obra no es significativo).
- *Aéreo.* Costos fijos bajos (aeronave y sistemas de manejo y de carga). Costos variables altos (combustible, mano de obra, mantenimiento, etcétera).

TABLA 7.5
Características operativas por modo*

*La posición más baja es la mejor.

Característica operativa	Ferroviario	Carretero	Acuático	Ductos	Aéreo
Velocidad	3	2	4	5	1
Disponibilidad	2	1	4	5	3
Confiabilidad	3	2	4	1	5
Capacidad	2	3	1	5	4
Frecuencia	4	2	5	1	3
Calificación acumulada	14	10	18	17	16

el tamaño de la carga. El transporte acuático es el de mayor capacidad. La clasificación final es la **frecuencia**, la cual se relaciona con la cantidad de movimientos programados. Una vez más, destaca la frecuencia de los ductos para dar un servicio continuo entre dos puntos.

Como se aprecia en la tabla 7.5, el atractivo del transporte camionero se explica en parte por su alta calificación relativa entre las cinco características operativas. Los transportistas con vehículos automotores son primero o segundo en todas las categorías, excepto en la capacidad. Aunque se han producido mejoramientos sustanciales en la capacidad de los camiones como resultado de relajar las limitaciones en el tamaño y el peso en las carreteras interestatales y la aprobación de remolques dobles, no es realista suponer que el transporte camionero sobrepase la capacidad del ferroviario o el acuático.

Servicio de transporte

El servicio de transporte se logra al combinar los modos. Antes de la desregulación, la política gubernamental obligaba a los transportistas a operar en un solo modo. Esa propiedad restrictiva buscaba promover la competencia entre los modos y limitar la posibilidad de prácticas monopólicas. Despues de la regulación, los transportistas pudieron desarrollar servicios modales integrados en un esfuerzo por cumplir de manera más eficiente con las necesidades de los clientes. La sección siguiente repasa el rango actual de servicios ofrecidos por los diferentes transportistas. La descripción también incluye ejemplos de transportistas destacados en cada categoría.

Transportistas tradicionales

El tipo de transportistas más básico es una empresa que ofrece un servicio que utiliza sólo uno de los cinco modos básicos de transporte. Atender un solo modo operativo permite que un transportista se vuelva muy especializado.

Aunque los operadores de un solo modo pueden ofrecer un transporte muy eficiente, tal especialización crea dificultades para un embarcador que busca soluciones intermodales porque requiere negociar y planear las actividades con varios transportistas. Las aerolíneas son un ejemplo de un transportista de un solo modo para servicio de flete y pasajeros que suele limitar el servicio de un aeropuerto a otro. Desde la desregulación, casi todos los transportistas desarrollan servicios que facilitan la integración multimodal.

Servicio de paquetería

Durante las décadas anteriores existía un serio problema en la disponibilidad de transporte para embarques pequeños. Era difícil para los transportistas comunes ofrecer un servicio de embarques pequeños a precio razonable debido al costo general asociado con las operaciones en terminales y de carga en la línea. Estos costos generales obligaron a los transportistas a implementar un **cobro mínimo**. El mínimo se aplica a todos los embarques, sin tomar en cuenta el tamaño o la distancia del embarque. Como resultado del cobro mínimo y la falta de alternativas, existía una oportunidad para que las empresas ofrecieran un servicio especializado para entrar al mercado de embarques pequeños o servicios de paquetería.

Los servicios de paquetería representan una parte importante de la logística y aumenta la influencia de los transportistas en este segmento debido a sus capacidades intermodales y de tamaño. La aparición del comercio electrónico y la necesidad de la satisfacción directa del cliente han aumentado mucho la demanda de entrega de paquetería. Aunque el servicio de paquetería está en crecimiento, los servicios requeridos no caen limpiamente en el esquema tradicional de clasificación por modos. La paquetería se transporta utilizando los servicios de transporte por ferrocarril, carreteras y aerolíneas. El servicio de paquetería ofrece entregas de primera calidad y regulares.

Servicio terrestre de paquetería

Muchos transportistas ofrecen servicios de entrega en áreas metropolitanas. Otros ofrecen un servicio de entrega de paquetes con cobertura nacional y mundial. Los transportistas más reconocidos

son United Parcel Service (UPS), el Servicio Postal de Estados Unidos (USPS), Federal Express Ground y DHL Express.

El servicio original ofrecido por UPS consistía en la entrega contratada de embarques locales para tiendas departamentales. En la actualidad, UPS ofrece una amplia variedad de servicios de paquetería. De hecho, esta empresa ha ampliado su ámbito de autoridad operativa general al embarcar paquetes que respetan las restricciones especializadas de tamaño y peso en todo el país y en el mundo para clientes y empresas. Si bien UPS ofrece servicios logísticos relacionados con todo tipo de productos, la especialización en paquetes pequeños permite un servicio de costo accesible de un día para otro entre casi todas las ciudades a una distancia de 300 millas.

UPS tiene varias capacidades y ofrece una multitud de servicios, entre ellos los de primera calidad terrestre y aéreo. La tabla 7.6, basada en los promocionales de UPS, resume los servicios integrados que ofrecen los transportistas de paquetería. Es interesante observar que el servicio terrestre suele implicar un movimiento intermodal al combinar la capacidad de camiones y trenes.

El Servicio Postal de Estados Unidos (USPS), opera un servicio terrestre y aéreo de paquetes. El precio se basa en el peso y la distancia. Por lo general, los paquetes tienen como origen una oficina de correos. Sin embargo, en el caso de usuarios grandes y cuando es conveniente

TABLA 7.6
Ejemplos de servicios integrados de transportistas de paquetes, 2004

Fuente: Modificado y resumido del sitio United Parcel Service. www.ups.com.

Servicios de flete	
Aéreo, mismo día	Entrega de cartas y paquetes garantizada en el mismo día.
Entrega al día siguiente	Entrega garantizada en días hábiles (incluye sábado), el día siguiente. Va de una entrega temprano (8:00 a.m.) a entrega del último vuelo (3:00-4:30 p.m.).
Entrega en dos días	Entrega garantizada en el segundo día hábil. Los servicios ofrecidos van de entrega al mediodía a entrega al final del horario laboral.
Selección de 3 días	Entrega garantizada en 3 días a y de una dirección en Estados Unidos.
Terrestre	Entrega terrestre de bajo costo con fecha garantizada.
Rápida a todo el mundo	Entrega garantizada de y a Estados Unidos, Canadá y Europa en 1 o 2 días o en fechas específicas.
Estándar a/de Canadá	Entrega terrestre garantizada de puerta a puerta con rastreo continuo desde los 48 estados continentales a/de direcciones en las 10 provincias de Canadá. Numerosas opciones de entrega en fechas específicas.
Fácil en el mundo	Un servicio de entregas consolidadas en todo el mundo que agrupa en uno solo varios embarques destinados a un país.
Servicios opcionales de valor agregado	
Cobrar en la entrega (cobrar o devolver, COD)	Cobro contra entrega rápida al cliente. Cambia monedas internacionales.
Confirmación de la entrega	Confirma la entrega con la firma del destinatario. Un servicio adicional muestra la firma digital de quien recibe el paquete, una prueba de entrega, y una confirmación telefónica de la entrega.
Materiales peligrosos	Transporta materiales y artículos peligrosos internacionales en el territorio de Estados Unidos.
Preparado para recolección	Los paquetes se entregan en una planta especificada y el transportista llama por teléfono al consignatario para que los recoja.
Recolección/entrega en sábado	Los paquetes se embarcan y recogen el sábado.
Cajas de 10 kg y 25 kg	Una solución de tarifa fija para embarques rápidos de hasta 10 kg (22 libras) y 25 kg (55 libras).
Servicio por ciento	Servicio por contrato para embarques de varios paquetes menores de 1 000 libras que representan menos de una carga de tarima enviada a una sola dirección.
Devoluciones	Incluye las etiquetas (impresas con anticipación, según la demanda, y enviadas) y servicios de devolución autorizada.
Seguro por valor excedente	Una aseguradora protege los embarques con un valor entre 100 y 50 000 dólares.

para el Servicio Postal, ofrecen recolección de paquetes en un lugar designado por el embarcador. El transporte entre ciudades se consigue al adquirir un servicio aéreo, por carreteras, por ferrocarril e incluso acuático con los transportistas por contrato. USPS se encarga de la entrega en el destino.

En 2002, DHL invirtió 1 200 millones de dólares para infraestructura en América del Norte con el fin de ampliar el mercado de servicios de paquetería local.²⁵ Un servicio de valor agregado que ofrece DHL es una etiqueta inteligente (Smartlabel®) de logística inversa incluida en los paquetes originales de los vendedores a los clientes en varios canales. Los clientes pueden regresar la mercancía al adherir al paquete original la etiqueta inteligente prepagada que ya contiene la dirección y depositarla en un buzón del USPS o de DHL. La etiqueta facilita la devolución al cliente y proporciona información de la devolución y de los paquetes a las empresas.

Nunca se insiste lo suficiente en la importancia del servicio de paquetería para el sistema logístico. Una de las formas de mercadotecnia con rápido crecimiento en Estados Unidos es el menudeo fuera de las tiendas, en donde se hacen pedidos a través de Internet, por teléfono o por correo para entrega a domicilio. Las empresas que se especializan en la satisfacción del cliente están entre las opciones con mayor crecimiento de los proveedores de servicios logísticos.

Servicio aéreo de paquetería

Varios transportistas, como Federal Express, UPS y DHL, han ingresado al mercado de transporte de primera calidad o de paquetes durante las dos décadas anteriores. Casi todas las organizaciones que proporcionan servicio de paquetería normal también ofrecen un servicio de primera calidad. Por ejemplo, UPS ofrece servicio de entrega en uno o dos días, mientras que el servicio postal estadounidense proporciona diversas prioridades de servicio.

El primer servicio de paquetería de primera calidad ampliamente reconocido fue iniciado por Federal Express (FedEx) en 1973. FedEx ofrece servicio de un día a otro y utiliza una flotilla de aeronaves. El servicio original de FedEx atrajo la atención debido a su innovador plan de carga en la línea, en el cual todos los paquetes volaban de un día para otro a una terminal de distribución ubicada en Memphis, Tennessee, donde se clasificaban y redistribuían. El servicio original de FedEx ha aumentado mucho al ofrecer menos restricciones de tamaño y peso en los paquetes, al mismo tiempo que incorpora conectividad global.

La demanda por un servicio de entrega de paquetes ha traído muchos competidores en el servicio de primera calidad de un día para otro. Además de las empresas especializadas como FedEx, UPS y DHL, importantes transportistas terrestres y aéreos han comenzado a ofrecer un servicio competitivo. Muchos servicios atraen a las empresas porque satisfacen una demanda de entrega rápida.

Transporte intermodal

Combina dos o más modos para aprovechar las economías inherentes de cada uno y, por lo tanto, proporcionar un servicio integrado a un costo total más bajo. Durante años se han realizado muchos esfuerzos para integrar los diferentes modos de transporte. Los primeros intentos de coordinación se remontan a la década de 1920, pero durante el periodo de regulación, la cooperación estaba limitada por restricciones diseñadas para limitar las prácticas monopólicas. Las ofertas intermodales comenzaron a desarrollarse con más éxito durante la década de los cincuenta con la aparición de un servicio integrado por ferrocarril y camiones denominado **servicio de vagón plataforma (piggyback service)**. Esta disposición intermodal común combina la flexibilidad de los camiones para distancias cortas con el bajo costo de carga en la línea, asociado con el ferrocarril para las distancias más grandes. La popularidad de tales ofertas aumentó mucho como un medio para lograr un transporte más eficiente y eficaz.²⁶

²⁵ DHL Online Newsletter, número 450, 14 de septiembre de 2004.

²⁶ Para un análisis pormenorizado de las operaciones intermodales contemporáneas, consulte John C. Taylor y George C. Jackson, "Conflict, Power and Evolution in the Intermodal Transportation Industry's Channel of Distribution", *Transportation Journal*, primavera de 2000, pp. 5-17.

En el aspecto técnico, el transporte coordinado o intermodal puede establecerse entre todos los modos básicos. Vocablos descriptivos como camión-barco (fishyback), ferrocarril-barco (trainship), y avión-camión (airtruck) se han vuelto términos del transporte.

Vagón plataforma (piggyback)/TOFC/COFC

Los sistemas intermodales más conocidos y utilizados son el remolque en una plataforma (trailer on a flatcar, TOFC) y el contenedor en una plataforma (container on a flatcar, COFC). Los contenedores son las cajas utilizadas para el almacenamiento y el movimiento intermodal de los productos entre camiones de carga, ferrocarriles y embarcaciones. Los contenedores suelen medir 2.5 metros de ancho, 2.5 de altura y 6 o 12 metros de longitud, y no tienen ruedas para carretera. Por otra parte, los remolques tienen un ancho y una altura similares, pero pueden tener hasta 16 metros de longitud y ruedas para carretera. Como su nombre lo indica, un remolque o un contenedor se coloca sobre una plataforma de ferrocarril para efectuar una parte de la carga en la línea entre las ciudades y un camión tira de él en el origen o el destino. El costo de la carga en la línea es el gasto para mover los vagones con los camiones entre las ciudades. Desde el origen de los TOFC, se han diversificado mucho las combinaciones de remolques o contenedores sobre una plataforma (por ejemplo, de apilado doble).

Se han desarrollado diversos planes de servicio coordinado. Cada plan define la responsabilidad del transportista por ferrocarril o camión. La tabla 7.7 ilustra los planes operativos más comunes. Las diferencias en los planes son la responsabilidad del equipo, la recolección y la entrega.

Si bien el concepto TOFC facilita la transferencia directa entre un transporte por ferrocarril y camión, también tiene varias limitaciones técnicas. La transferencia a un vagón de un remolque con ruedas para carretera puede conducir a problemas de resistencia del viento, daños y peso. La utilización de contenedores reduce estos problemas potenciales, porque se pueden apilar y se transfieren con facilidad a los transportadores acuáticos. Sin embargo, requieren un equipo especial para la entrega o la recolección en el camino.

TABLA 7.7

Resumen de planes básicos de coordinación entre ferrocarriles y camiones

- *Plan 250.* Transporte por ferrocarril de un embarque cargado en un camión de la terminal de origen a la terminal de destino. El embarcador es responsable de los servicios de recolección y entrega más allá de la terminal.
- *Plan 300.* Transporte por ferrocarril de un embarque cargado en un vehículo del embarcador de la terminal en el origen a la terminal en el destino. El embarcador es responsable de la recolección y la entrega más allá de la terminal.
- *Plan 310.* Transporte por ferrocarril de un vehículo vacío del embarcador que tiene un movimiento de carga previo o posterior inmediato por correo. El embarcador es responsable de la recolección y la entrega más allá de la terminal.
- *Planes 400 a 470.* Estos servicios se aplican sólo a embarques con contenedores nacionales relacionados con contenedores del transportista o la reubicación de contenedores internacionales propiedad de empresas con embarcaciones a vapor. Incluye, en su caso, la recolección en un camión en el origen y/o la entrega en el destino.
 - Plan 400: De la puerta en el origen, a la puerta en el destino.
 - Plan 420: De la puerta en el origen, a la rampa en el destino.
 - Plan 450: De la rampa en el origen, a la rampa en el destino.
 - Plan 470: De la rampa en el origen, a la puerta en el destino.
- *Planes 600 a 625 o código de servicio 20 a 67.* Sus servicios se aplican a los embarques relacionados con vehículos del transportista y del embarcador. Incluye recolección en camión en el origen y/o entrega en el destino.
 - Plan 600: De la puerta en el origen, a la puerta en el destino (vehículo del transportista).
 - Plan 605: De la puerta en el origen, a la puerta en el destino (vehículo del embarcador).
 - Plan 610: De la puerta en el origen, a la rampa en el destino (vehículo del transportista).
 - Plan 615: De la puerta en el origen, a la rampa en el destino (vehículo del embarcador).
 - Plan 620: De la rampa en el origen, a la puerta en el destino (vehículo del transportista).
 - Plan 625: De la rampa en el origen, a la puerta en el destino (vehículo del embarcador).
- *Plan 800.* Transporte por ferrocarril de un vehículo cargado del embarcador de la terminal en el origen a la terminal en el destino, en donde el embarque ha tenido/tendrá un movimiento previo o posterior inmediato vía transporte acuático en el comercio internacional sin transferencia de la carga. El embarcador es responsable de la recolección y la entrega más allá de la terminal.
- *Plan 810.* Transporte por ferrocarril de un vehículo del embarcador vacío de una terminal en el origen a la terminal en el destino que tiene un movimiento previo o posterior inmediato vía ferrocarril junto con transporte acuático en el comercio internacional. El embarcador es responsable de la recolección y la entrega más allá de la terminal.

Contenedores

Fishyback, trainship y containership son ejemplos del modo más antiguo de transporte intermodal. Utilizan vías pluviales, las cuales son los modos menos costosos de movimiento de carga por la línea. Una comparación de 2004 realizada por la Administración Marítima (Maritime Administration, MARAD) mostró que la capacidad de un remolque de 15 barcazas equivale a 222 vagones o 900 camiones.²⁷

El concepto de Fishyback, trainship y containership lleva un remolque de camión, un vagón o un contenedor a una barcaza para desplazar la carga por la línea en vías navegables tierra adentro. Esos servicios son proporcionados en aguas costeras entre puertos del Atlántico y el Golfo, y entre los Grandes Lagos y puntos costeros. Debido a los bajos costos y la eficiencia de las barcazas costeras, MARAD aboga por la expansión del **embarque acuático corto** para facilitar el tráfico ante una congestión y reducir la contaminación del aire.

Una variante de esta opción intermodal es el concepto del **puente intraterrrestre** que traslada contenedores en una combinación de transporte acuático y por ferrocarril. El puente terrestre se suele utilizar para contenedores trasladados entre Europa y la costa del Pacífico para reducir el tiempo y los gastos de todo el transporte intercontinental. Por ejemplo, se embarcan contenedores a la costa oeste de Estados Unidos en el Pacífico, se cargan en vagones para trasladarlos a la costa este y después se vuelven a cargar en embarcaciones para trasladarlos a Europa. El concepto del puente intraterrrestre se basa en aprovechar combinaciones acuáticas y de ferrocarril que emplean una sola tarifa, la cual es más baja que el costo total combinado de dos tarifas separadas.

La transferencia del flete entre los modos suele requerir el manejo de los contenedores y el cobro de aranceles. Se emplean los puertos para que esta transferencia sea lo más fluida y rápida posible. Los puertos en las costas y en las vías marítimas tierra adentro proporcionan 3 214 muelles para embarcaciones de gran capacidad y carga de transferencia de pasajeros a través de 1 941 terminales marinas públicas y privadas.²⁸

El rendimiento de un puerto es de gran interés para los administradores de la cadena de suministro y aunque existen muchos puertos en Estados Unidos, tres puertos oceánicos, Los Ángeles, Long Beach y Nueva York, realizan aproximadamente la mitad de todas las importaciones y exportaciones en Estados Unidos. En 2002, la huelga de trabajadores en las terminales de Long Beach y Los Ángeles provocó grandes retrasos en la transferencia del flete. En 2004, el continuo aumento en el volumen de contenedores importados volvió a congestionar los puertos de la Costa Oeste y provocó que algunas empresas logísticas informaran a sus clientes que esperaban retrasos de 7 días en el desahogo de los puertos. En julio de 2005, los puertos de Los Ángeles y Long Beach implementaron un programa llamado PierPass (paso del muelle). Diseñado para reducir la congestión en horas importantes, PierPass introdujo una tarifa de mitigación del tráfico durante las horas pico de 40 dólares por un contenedor equivalente a 20 pies y de 80 dólares para todos los contenedores mayores de 20 pies. Las empresas dispuestas a trasladar el flete fuera de las horas pico podían exentar el cobro de la tarifa.

Avión-camión (Airtruck) coordinado

Otro modo de transporte intermodal combina el aéreo y los camiones. El costo del transporte local es una parte vital de todo movimiento aéreo porque el flete aéreo al final debe trasladarse del aeropuerto al destino de entrega final. Los movimientos avión-camión proporcionan un servicio y una flexibilidad comparables al flete simple con camión.

Se suele utilizar avión-camión para proporcionar servicios de paquetería de alta calidad, como los que ofrecen UPS, FedEx y DHL, pero también sirven para aplicaciones de flete más comunes por varias razones. Primero, existe una falta de servicio de flete aéreo para ciudades más pequeñas en Estados Unidos. Estas ciudades suelen ser atendidas por aeronaves de fuselaje esbelto y otras que no están acondicionadas para manejar flete. Por lo tanto, los camiones hacia ciudades peque-

²⁷Carga General de Estados Unidos en Contenedores para Comercio Marítimo en el Extranjero, los 25 Puertos Principales, enero-junio de 2004, Informe de Servicios de Importación Exportación por Puertos. Estadísticas de tráfico marítimo de MARAD, <http://www.marad.dot.gov/MARAD>.

²⁸American Association of Port Authorities 2004, www.aapa-ports.org.

ñas desde aeropuertos metropolitanos proporcionan un servicio necesario a un costo competitivo. Segundo, los transportistas de paquetería, aunque aptos para atender las ciudades pequeñas, tienen capacidad limitada para manejar el flete pesado. Los transportistas de paquetería que se concentran en sistemas de manejo de paquetes y materiales más pequeños tienen una capacidad limitada para manejar flete pesado. Como resultado, muchos transportistas aéreos han ampliado su rango de flete con camiones para proporcionar servicio a un área geográfica más grande.

El concepto del transporte intermodal atrae a los embarcadores y transportistas debido a las ventajas económicas de vincular dos modos. De hecho, muchas autoridades creen que el único modo de conservar una vigorosa red de transporte nacional es estimular el transporte intermodal. Los esfuerzos para aumentar el transporte intermodal son de interés primordial para los planeadores logísticos porque cada descubrimiento amplía las opciones disponibles en el diseño de un sistema.

Intermediarios no operativos

La industria del transporte en general también incluye varios tipos de empresas que no poseen ni operan equipo. Estos intermediarios no operativos son agentes de otras empresas. Un intermediario del transporte es similar a un mayorista en un canal de mercadotecnia.

Los intermediarios no operativos encuentran una justificación económica al ofrecer a los embarcadores tarifas más bajas para el movimiento entre dos lugares de los que serían posibles mediante el embarque directo a través de un transportista común. Debido a las peculiaridades en la estructura común de tarifas de un transportista, como el cobro por flete mínimo, los sobreprecios y las tarifas menores que el volumen, existen condiciones en donde los intermediarios no operativos facilitan ahorros a los embarcadores. Lo interesante es que, en algunos casos, los intermediarios no operativos cobran tarifas más altas que las ofrecidas por los transportistas. La justificación para esto se basa en la capacidad para disponer una entrega más rápida y/o más servicios de valor agregado. Los más destacados son los agentes de transporte de carga, las asociaciones de embarcadores y los intermediarios.

Agentes de transporte de carga

Son empresas de lucro que consolidan los embarques pequeños de diversos clientes en un embarque grande y después utilizan un transportista aéreo o carretero para el servicio. En el destino, el agente de transporte divide el embarque consolidado en los embarques más pequeños originales. El agente puede preparar la entrega local o no. La principal ventaja del agente de transporte es una tarifa por ciento más baja que la obtenida de un embarque grande y, en muchos casos, un transporte más rápido de embarques pequeños del que se lograría si el cliente individual negociaría con el transportista común. Los agentes de transporte aceptan la completa responsabilidad de la realización del embarque.

Asociaciones de embarcadores/cooperativas y agentes

Las asociaciones de embarcadores operan de manera similar a los agentes de transporte, ya que consolidan embarques pequeños en movimientos grandes para obtener economías de costo. Las asociaciones de embarcadores son entidades no lucrativas voluntarias en donde los integrantes, de una industria específica, colaboran para obtener economías relacionadas con las compras de embarques pequeños. Los integrantes suelen adquirir productos de vendedores o fuentes de suministro comunes ubicadas en un área específica. Una práctica común es hacer pedidos pequeños a intervalos frecuentes para minimizar el inventario para menudeo. La participación en una asociación de embarcadores significa mejorar la velocidad de la entrega, porque es posible adquirir una mayor cantidad de productos diferentes en un lugar, como en la zona de telas en Nueva York.

La asociación requiere que un grupo de embarcadores establezca una oficina administrativa o designe a un agente en un lugar de compras frecuentes de mercancía. El agente prepara que las compras individuales se entreguen en una planta local. Cuando se acumula un volumen suficiente, se prepara un embarque consolidado para entrega local. Algunas asociaciones operan su propio transporte entre ciudades. Cada integrante paga una parte proporcional para el transporte más una parte prorrteada del costo fijo de la asociación.

Intermediarios

Los intermediarios coordinan los arreglos del transporte para los embarcadores, los consignatarios y los transportistas. También preparan embarques para los transportistas y los conductores exentos que poseen camiones. Los intermediarios suelen operar con base en una comisión. Antes de la desregulación, los intermediarios cumplían una función menor en la logística debido a las restricciones del servicio. En la actualidad, los intermediarios ofrecen servicios más extensos como la nivelación del embarque, la negociación de la tarifa, la facturación y el seguimiento. Toda el área de operaciones de intermediarios se adapta mucho a las transacciones basadas en Internet y su importancia ha aumentado como resultado de la globalización.

Resumen

El transporte es una actividad clave en la logística porque desplaza un producto por las diferentes etapas de producción y, por último, a los clientes. Este capítulo introdujo los principios más importantes de las economías del transporte y presentó un resumen histórico de la regulación gubernamental. Es importante que los administradores logísticos aprecien y comprendan el historial regulativo para entender por completo la lógica relacionada con el sistema de transporte actual.

El sistema de transporte contiene cinco modos de operación: ferroviario, carretero, acuático, ductos y aéreo. Cada modo tiene atributos específicos que resultan adecuados para realizar un movimiento de flete en particular. El suministro tradicional del transporte consistía en una gran cantidad de transportistas especializados donde cada uno limitaba las operaciones a un modo específico. La falta original de un transporte combinado producía inefficiencias y un costo alto. La desregulación introdujo precios competitivos y flexibilidad en los transportistas. Se hizo normal que los transportistas combinaran servicios multimodales y ofrecieran servicios especializados a clientes individuales. Como resultado, ahora existe una amplia variedad de transporte especializado para satisfacer los requerimientos de clientes específicos. El capítulo 8 se concentra en las operaciones del transporte, seguido por un análisis de la economía del transportista, los precios y la documentación.

Preguntas desafiantes

1. Compare y contrasta los principios del transporte de la economía de escala y la economía de distancia. Ilustre cómo se combinan para crear un transporte eficiente.
2. Describa los cinco modos de transporte e identifique la característica más significativa de cada uno.
3. ¿Por qué el transporte de flete por camión es el método más utilizado de carga de productos?
4. ¿Cuál es la justificación económica del rápido crecimiento experimentado en los servicios de paquetería de alta calidad?
5. ¿Por qué es importante que un administrador logístico comprenda la historia de la regulación en el transporte?
6. ¿Por qué disminuyó el kilometraje en ferrocarriles durante un periodo de crecimiento nacional en Estados Unidos?
7. Los ferrocarriles tienen el porcentaje más alto en toneladas-millas de flete entre ciudades, pero los camiones tienen los mayores ingresos. ¿Cómo explica esta relación?
8. Analice la diferencia fundamental entre TOFC y COFC. ¿Por qué el apilamiento doble se consideró una innovación importante en el transporte multimodal?
9. Explique la propuesta de valor ofrecida por los agentes de transporte. Ofrezca un ejemplo que ilustre en qué les serviría a los embarcadores utilizar los servicios de un agente de transporte comparado con tener su propio medio de transporte.
10. Los cinco modos básicos de transporte han existido por más de 50 años. ¿Parece que esto se mantendrá siempre o puede usted identificar un sexto modo que sea factible en lo económico en un futuro previsible?

Operaciones del transporte

Economía del transporte y determinación de precios

Impulsores económicos

Determinación de costos

Estrategia en la determinación de costos del transportista

Tarifas y clasificación

Administración del transporte

Administración operativa

Consolidación

Negociación

Control

Auditoría y administración de reclamaciones

Integración logística

Documentación

Conocimiento de embarque

Factura del flete

Manifiesto de embarque

Resumen

El transporte es el elemento más representativo del costo logístico. La visión histórica de los departamentos de tráfico saturados de tarifas y tablas de precios es una escena muy alejada de la realidad en el ambiente competitivo actual. Los departamentos de tráfico comprometen y administran más de 60% de los gastos logísticos de una empresa común. Los administradores del transporte son responsables de preparar el inventario de una manera oportuna y económica. Una responsabilidad fundamental es determinar si los servicios de transporte deben realizarse mediante recursos privados o contratados. Las decisiones del desempeño interno comparado con la subcontratación no son totalmente diferentes de las que enfrentan muchas otras áreas de la empresa. La diferencia con el transporte es fundamentalmente el impacto que tienen las operaciones en el desempeño logístico. Ahora que las expectativas operativas se vuelven más precisas, los ciclos de desempeño desde el pedido hasta la entrega se vuelven más compactos y los márgenes de error se reducen a casi cero, las empresas exitosas han comprendido que **no existe el transporte económico**. A menos que el transporte se administre de una manera efectiva y eficiente, el desempeño de la adquisición, la fabricación y la atención del cliente no cumplirán las expectativas. Este capítulo ofrece un panorama de cómo se administra el transporte dentro del proceso logístico.

Economía del transporte y determinación de precios

La economía del transporte y la determinación de precios están relacionadas con los factores y las características que dirigen el costo. Para desarrollar una estrategia logística eficaz, es necesario comprender dichos factores y características. Una negociación exitosa requiere comprender por completo la economía del transporte. Un panorama de la economía del transporte y la determinación de precios consta de cuatro temas relacionados entre sí: 1) los impulsores económicos, 2) la determinación de costos, 3) la estrategia en la determinación de precios del transportista y 4) las tarifas y las clasificaciones del transporte.

Impulsores económicos

Las economías del transporte son impulsadas por siete factores. Aunque éstos no son componentes directos de las tarifas del transporte, cada uno de ellos las afecta. Estos factores son: 1) distancia, 2) peso, 3) densidad, 4) capacidad de estiba, 5) manejo, 6) responsabilidad y 7) mercado. A continuación se analiza la importancia relativa de cada factor desde la perspectiva del embarcador. Hay que recordar que varía el impacto preciso de cada factor, dependiendo de las características específicas del mercado y del producto.

Distancia

Es un factor importante del costo del transporte porque contribuye directamente a los gastos variables, como la mano de obra, el combustible y el mantenimiento. La figura 8.1 ilustra la relación general entre la distancia y el costo del transporte. Se señalan dos puntos importantes. Primero, la curva del costo no comienza en cero porque existen costos fijos asociados con la recolección y la entrega de un embarque, sin tomar en cuenta la distancia. Segundo, la curva del costo aumenta en una tasa decreciente como una función de la distancia. Esta característica se conoce como el **principio de disminución**.¹

Peso

El segundo factor es el peso de la carga. Igual que con otras actividades logísticas, existen economías de escala en la mayoría de los movimientos del transporte. Esta relación, ilustrada en la figura 8.2, indica que el costo del transporte por unidad de peso disminuye conforme aumenta el tamaño de la carga. Esto ocurre porque los costos fijos de la recolección, la entrega y la adminis-

¹ Los principios de una economía de escala y una economía de distancia se presentaron en el capítulo 7.

FIGURA 8.1
Relación generalizada entre la distancia y el costo del transporte

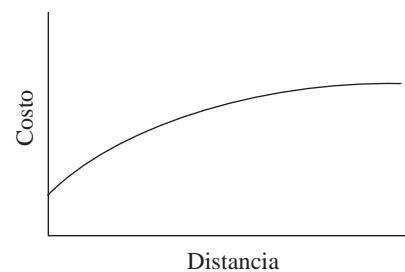


FIGURA 8.2
Relación generalizada entre el peso y la transportación costo/libra

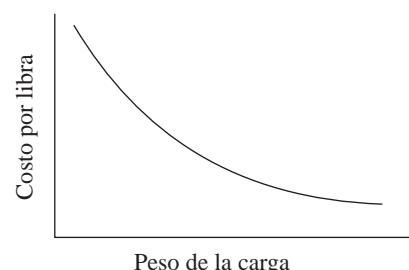
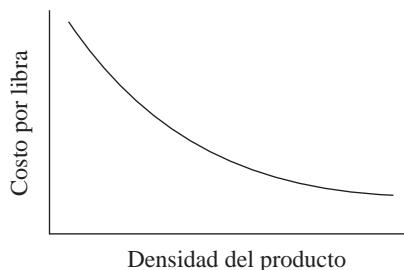


FIGURA 8.3
Relación generalizada entre la densidad y la transportación costo/libra



tración se distribuyen entre un peso mayor. Esta relación está limitada por el tamaño del vehículo de transporte. Una vez que el vehículo está lleno, la relación vuelve a comenzar con cada vehículo adicional. La implicación administrativa es que las cargas pequeñas deben consolidarse en cargas más grandes para maximizar las economías de escala.

Densidad

Un tercer factor es la densidad del producto. La densidad es la combinación del peso y el volumen. Estos elementos son importantes porque el costo del transporte para cualquier movimiento se suele cotizar en dólares por unidad de peso. Los costos del transporte se suele cotizar por cientos (CWT). En términos de peso y volumen, los vehículos suelen estar más limitados por la capacidad de espacio que por el peso. Debido a que los gastos reales por el vehículo, la mano de obra y el combustible no son afectados de manera significativa por el peso, los productos con mayor densidad permiten distribuir el costo fijo del transporte entre más peso. Como resultado, los productos de mayor densidad tienen un costo de transporte más bajo por unidad de peso. La figura 8.3 ilustra la relación de disminución del costo de transporte por unidad de peso conforme aumenta la densidad del producto. En general, los administradores de tráfico buscan mejorar la densidad del producto para utilizar por completo la capacidad de espacio de un remolque.

Capacidad de estiba

Se refiere a cómo se ajustan las dimensiones del producto dentro del equipo de transporte. Los paquetes con tamaños y formas singulares, al igual que con un tamaño o una longitud excesivos, pueden no ajustarse bien al equipo de transporte, lo que da como resultado un desperdicio de la capacidad de espacio. Aunque la densidad y la capacidad de estiba son similares, es posible tener artículos con densidades similares que se estiben de manera distinta. Los artículos con forma rectangular son mucho más fáciles de estivar que los que tienen formas irregulares. Por ejemplo, aunque los bloques y las varillas de acero pueden tener la misma densidad física, es más difícil estivar las varillas que los bloques debido a su forma y longitud. Otros aspectos del tamaño también afectan la capacidad de estiba, porque tal vez sea posible **anidar** cantidades grandes de artículos, mientras que puede ser difícil estivar cantidades pequeñas. Por ejemplo, es posible realizar un anidamiento importante para una carga completa de cubos de basura, mientras que es difícil estivar un solo cubo.

Manejo

Puede requerirse equipo especial para cargar y descargar los camiones, los vagones o las embarcaciones. Además del equipo especial de manejo, la manera en que los productos se agrupan físicamente en cajas o tarimas para transporte y almacenamiento afectará el costo del manejo. Los capítulos 9 y 10 abordan específicamente los problemas de manejo relacionados con el empacado y el almacenamiento.

Responsabilidad

Ésta incluye las características del producto que pueden provocar daños. Los transportistas deben tener un seguro como protección contra un posible daño o aceptar la responsabilidad financiera. Los embarcadores reducen su riesgo y, a final de cuentas, también el costo del transporte, al mejorar el empacado o al reducir la susceptibilidad de una pérdida o un daño.

Mercado

Por último, factores del mercado como el volumen y el equilibrio de un carril afectarán el costo del transporte. Un **carril de transporte** se refiere a los movimientos entre los puntos de origen y destino. Como los vehículos y los conductores de un transporte suelen regresar a su origen, deben encontrar una **carga durante el regreso** o el vehículo **regresa sin carga**. Cuando ocurren movimientos de regreso vacío, los costos de mano de obra, combustible y mantenimiento deben cobrarse en el movimiento original de desplazamiento de la carga. Por lo tanto, la situación ideal es lograr un movimiento de cargas en los dos sentidos o equilibrado. Sin embargo, esto ocurre pocas veces, debido a los desequilibrios de la demanda en la fabricación y los lugares de consumo. Por ejemplo, muchos artículos se fabrican y procesan en el Este de Estados Unidos, y después se embarcan a los mercados en la porción occidental del país. Esto provoca un desequilibrio en el volumen que se mueve entre las dos áreas geográficas. Tal desequilibrio hace que las tarifas sean más bajas para los movimientos hacia el Este. El equilibrio del movimiento también es afectado por la temporalidad, como sucede con el movimiento de frutas y verduras que coincide con las estaciones de cultivo. La ubicación y la temporalidad de la demanda hacen que las tarifas del transporte cambien con la dirección y la temporada. El diseño del sistema logístico debe tomar en cuenta estos patrones para, en lo posible, lograr economías que refieran a llevar cargas durante el regreso.

Determinación de costos

La segunda dimensión de las economías del transporte y la determinación de los precios se relaciona con los criterios utilizados para asignar un costo. La asignación de costos interesa principalmente al transportista, pero como la estructura de costos afecta la capacidad para negociar, también es importante la perspectiva del embarcador. Los costos del transporte se clasifican en varias categorías.

Variables

Los costos que cambian de una manera predecible y directa en relación con cierto nivel de actividad se denominan **costos variables** en el transporte. Los costos variables sólo se evitan al no operar el vehículo. Aparte de circunstancias excepcionales, las tarifas del transporte deben cuando menos cubrir los costos variables. La categoría variables incluye el costo directo del transportista asociado con el movimiento de cada carga. Estos gastos en general se miden como un costo por kilómetro o por unidad de peso. Los componentes normales del costo variable son la mano de obra, el combustible y el mantenimiento. Los costos variables de las operaciones representa la cantidad mínima que debe cobrar un transportista para pagar los gastos diarios. No es posible que un transportista que pretende permanecer en el negocio cobre a los clientes una tarifa menor a sus costos variables.

Fijos

Los **costos fijos** son los gastos que no cambian a corto plazo y deben pagarse incluso cuando una empresa no opera, como en un día festivo o una huelga. Entre estos costos se incluyen los que no son afectados directamente por el volumen de los embarques. Para las empresas de transporte, los componentes fijos son los vehículos, las terminales, los derechos de vía, los sistemas de información y el equipo de apoyo. A corto plazo, los gastos asociados con el activo fijo deben cubrirse mediante una contribución más grande que los costos variables por cada embarque.

Consolidados

Los gastos creados por la decisión de proporcionar un servicio particular se denominan **costos consolidados**. Por ejemplo, cuando un transportista decide cargar un camión del punto A al punto B, existe una decisión implícita de incurrir en un costo **consolidado** para el regreso del punto B al punto A. El embarcador original debe cubrir el costo consolidado de A a B o el transportista debe encontrar un embarcador para una carga durante el regreso. Los costos consolidados tienen un impacto importante en los cobros del transporte porque las cotizaciones del transportista deben incluir los costos consolidados con base en el valor que recuperarían mediante una carga durante el regreso.

Comunes

Esta categoría incluye los costos del transportista realizados en función de algunos o todos los embarcadores. Los **costos comunes**, como los gastos de las terminales o de la administración, se denominan costos generales. Se suele asignar a un embarcador de acuerdo con un nivel de actividad, como la cantidad de embarques o las entregas manejadas. Sin embargo, asignar los costos generales de este modo puede resultar incorrecto. Por ejemplo, se cobra una entrega a un embarcador cuando en realidad no utiliza el servicio.

Estrategia en la determinación de costos del transportista

Al establecer tarifas, los transportistas siguen una de dos estrategias o una combinación de ellas. Si bien es posible emplear una estrategia única, el método combinado considera las soluciones intermedias entre el costo del servicio realizado por el transportista y el valor del servicio para el embarcador.

Costo del servicio

La estrategia del **costo del servicio** es un método de acumulación en donde el transportista establece una tarifa con base en el costo de proporcionar el servicio, más un margen de ganancia. Por ejemplo, si el costo de proporcionar un servicio de transporte es 200 dólares y el margen de ganancia es 10%, el transportista cobraría al embarcador 220 dólares. El método del costo del servicio, el cual representa la base o el mínimo para cobrar el transporte, se suele utilizar como un método de determinación de precios para artículos de bajo valor o en situaciones muy competitivas.

Valor de servicio

Una estrategia alterna que cobra un precio con base en el valor percibido por el embarcador, y no en el costo de proporcionar el servicio por parte del transportista, se denomina **valor del servicio**. Por ejemplo, un embarcador percibe que transportar 1 000 kilogramos de equipo electrónico es más importante o valioso que 1 000 kilogramos de carbón, porque el equipo electrónico vale mucho más que el carbón. Por lo tanto, es probable que el embarcador esté dispuesto a pagar más por el transporte. Los transportistas tienden a utilizar precios para el valor del servicio con artículos de valor alto o cuando existe una competencia limitada.

La determinación de precios con el valor del servicio se ilustra con el mercado de fletes de primera calidad de un día para otro. Cuando FedEx introdujo la entrega de un día para otro, existían pocos competidores que ofrecieran un servicio comparable, de modo que los embarcadores la percibían como una alternativa de alto valor. Estaban dispuestos a pagar más por entregar un solo paquete de un día para otro. Una vez que entraron al mercado competidores como UPS, DHL y el Servicio Postal de Estados Unidos, las tarifas de un día para otro regresaron a los niveles que reflejaban el valor y el costo de este servicio.

Combinada

Una estrategia de precios **combinada** establece el precio del transporte en un nivel intermedio entre el mínimo del costo del servicio y el máximo del valor del servicio. En la práctica, casi todas las empresas de transporte emplean precios en un rango intermedio determinados por la administración. Los administradores logísticos deben comprender el rango de los precios y las estrategias alternativas para poder negociar de manera adecuada.

Tarifa neta

Al aprovechar la libertad generada por la Reforma Regulatoria para la Industria Camionera (Trucking Industry Regulatory Reform Act, TIRRA) de 1994 y reducir la aplicación de la doctrina de la tarifa formalizada, varios transportistas experimentan un formato simplificado de precios denominado **determinación de precios de tarifa neta**.² Como TIRRA eliminó los requerimientos de formalización de tarifas para los transportistas con vehículos automotores que establecían las

² Consulte el capítulo 7.

tarifas individualmente con los clientes, ahora los transportistas, de hecho, pueden simplificar los precios para que se ajusten a las circunstancias y a las necesidades individuales de un cliente. Específicamente, los transportistas pueden reemplazar las hojas de descuentos y las tarifas de clases individuales con una hoja de precios simplificada. El método de determinación de precios con una tarifa neta aleja las complejas y administrativamente molestas estructuras de determinación de precios de descuento, las cuales eran una práctica común después de la desregulación inicial.

Los descuentos establecidos y los cobros complementarios están incorporados en las **tarifas netas**. En otras palabras, la tarifa neta es un precio todo incluido. El objetivo es reducir drásticamente el costo administrativo de un transportista y responder de manera directa a la demanda de un cliente para simplificar el proceso de determinación de precios. A los embarcadores les atrae dicha simplificación porque promueve una facturación precisa y permite comprender con claridad cómo generar ahorros en el transporte.

Tarifas y clasificación

El análisis anterior presentó las estrategias clave utilizadas por los transportistas para establecer precios. Esta sección explica los mecanismos de determinación de precios utilizados por los transportistas. Este análisis se aplica específicamente a los transportistas comunes, aunque los contratistas siguen un método similar.

Tarifas de clases

En la terminología del transporte, el precio en efectivo por quintal para mover un producto específico entre dos lugares se denomina **tarifa**. Las hojas de precios o los archivos de computadora con esta información se conocen como **tarifas**. El término **tarifa de clase** surgió por el hecho de que todos los productos desplazados por los transportistas comunes se clasificaron para la determinación de precios. Todos los productos legalmente transportados en el comercio interestatal se embarcan por medio de las tarifas de clases.

La determinación de una tarifa de clase por el transportista común es un proceso de dos pasos. El primer paso es determinar la clasificación o grupo del producto que se transporta. El segundo paso es determinar la tarifa o precio preciso con base en la clasificación del producto y los puntos de origen/destino del embarque.

Clasificación

Todos los productos transportados se integran en clasificaciones típicas regulares. La clasificación toma en consideración las características de un producto o mercancía que afectan el costo de manejo o de transporte. Los productos con características similares de densidad, capacidad de estiba, manejo, responsabilidad y valor, se agrupan en una clase, lo cual reduce la necesidad de manejar cada producto de manera individual. La clase particular asignada a un producto o mercancía determinada es su **clasificación**, la cual se utiliza para determinar la tarifa del flete. Es importante comprender que la clasificación no identifica el precio o tarifa cobrados por el movimiento de un producto; se refiere a las características de transporte de un producto en comparación con otras mercancías.

Los transportistas por camión y ferrocarril tienen sistemas de clasificación independientes. El sistema camionero utiliza la *Clasificación Nacional de Fletes para Vehículos Automotores*, mientras que el ferrocarril emplea la *Clasificación Uniforme de Fletes*. El sistema de clasificación de los camiones tiene 23 clases de fletes y el sistema de ferrocarriles tiene 31. En las áreas locales o regionales, grupos individuales de transportistas pueden publicar listas de clasificación adicionales. Desde la desregulación, se ha puesto mucha atención en simplificar el esquema de clasificación tradicional.

La clasificación de productos individuales se basa en un índice relativo de 100. La clase 100 se considera la de un producto promedio, mientras las otras clases pueden llegar a un máximo de 500 y a un mínimo de 35. Se asigna a cada producto un número de artículo para incluirlo en la lista y después recibe una clasificación. Como regla general, entre más alta es la clasificación de la clase, más alto es el costo de transporte para el producto. Lo normal es que el transporte de un producto clasificado como 200 cueste el doble que un producto clasificado como 100. Aunque en realidad no se multiplique por dos, una clasificación de 200 producirá un costo de flete mucho más grande que una clasificación de 100. También se asignan clasificaciones a los productos con base

TABLA 8.1 Clasificación nacional del flete para vehículos automotores 100-S

Fuente: Reimpreso con autorización de la American Trucking Association.

Número	Artículos	Clases	
		LTL	TL
86750	Vidrio, colocado con pedazos de plomo, consulte nota del artículo 86752:		
Sub 1	Con diseños de paisajes, imágenes o elementos religiosos, empacado en cajas.	200.	70.
Sub 2	Con diseños de líneas curvas, angulares o rectas, o con diseños diferentes a paisajes, imágenes o elementos religiosos, empacado en cajas.	100.	70.
86752	<i>Nota:</i> El término “vidrio colocado con pedazos de plomo” significa vidrio de color o transparente, colocado con plomo u otro metal.		
86770	Vidrio, platina o cubierta microscópica, en cajas.	70.	40.
86830	Vidrio, laminado, sobrepuerto con secciones de aluminio con terminales metálicas instaladas, en cajas, embalajes o empaques 1339.	77.5	45.
86840	Vidrio, laminado, sobrepuerto con secciones de aluminio, NOI, en cajas, embalajes o empaques 1339.	70.	37.5
86900	Vidrio, plateado para espejos, sin marco, respaldo, ni colgadores o dispositivos de sujeción:		
Sub 1	Para impacto (vidrio para ventana, plateado) en cajas, consulte la nota del artículo 86902, también TL en empaques 227 o 300.	86.	40.
Sub 2	Otros; TL en empaques 227 o 300. Doblado:		
Sub 3	No mayor de 5 metros de longitud o 3 metros de anchura, en cajas.	100.	70.
Sub 4	Mayor de 5 metros de longitud o 3 metros de anchura, en cajas.	250.	70.
Sub 5	No doblado, consulte el empaques 785:		
Sub 6	3 metros unidos o menos, en cajas, embalajes, o empaques 198,	70.	40.
Sub 7	235 o 1339.		
Sub 8	Mayor de 3 metros unidos pero no mayor de 5 metros de longitud o 3 metros de anchura, en cajas o embalajes.	100.	40.
Sub 9	Mayor de 5 metros de longitud o 3 metros de anchura, en cajas o embalajes.	200.	45.
86902	<i>Nota:</i> El vidrio, plateado para espejos, con marco o respaldo o equipado con colgadores o dispositivos de sujeción, está sujeto a las clases para espejos, NOI.		
85940	Vidrio, para ventana, diferente a una placa, con borde metálico diferente de una moldura o un marco, en cajas.	77.5	45.
86960	Unidades satinadas de vidrio, sin moldura, consulte la nota del artículo 86966, en cajas, embalajes o empaques 2133, 2149 o 2281.	70.	45.
86966	<i>Nota:</i> Se aplica en unidades formadas por láminas de vidrio separadas por aire o vacío, selladas en todos los bordes con materiales iguales o diferentes.		
87040	Material para construcción de tragaluz, tejado o muro lateral que consiste en vidrio laminado resistente, con o sin varillas metálicas y accesorios de instalación, consulte la nota del artículo 87042, en cajas o embalajes.	65.	35.

en la cantidad embarcada. Los embarques de cargas incompletas (LTL) de productos idénticos tienen clasificaciones más altas que los embarques de cargas completas (TL).

La tabla 8.1 ilustra una página de la *Clasificación nacional de Fletes para Vehículos Automotores*. Contiene el grupo general de productos 86750, el cual es **vidrio, colocado con pedazos de plomo**. Observe que la categoría de vidrio colocado con pedazos de plomo se subdivide en tipos específicos de vidrio como *vidrio, platina o cubierta microscópica, en cajas* (número 86770). Para los embarques LTL, se asigna al artículo 86770 una clasificación de 70. Se asigna una clasificación de 40 a los embarques TL de vidrio colocado con pedazos de plomo, siempre y cuando se embarque un mínimo de 360 quintales.

También se asignan clasificaciones diferentes con base en el empaque. El vidrio se clasifica de manera distinta cuando se embarca suelto, en embalaje, o en cajas, que cuando se embarca en un empaque protector. Debe observarse que las diferencias de empaque afectan la densidad, la capacidad de estiba y de daño del producto, lo cual ilustra que los factores de costo ya analizados participan en el proceso de determinación de tarifas. Por lo tanto, se aplican varias clasificaciones diferentes al mismo producto, dependiendo del tamaño del embarque, el modo de transporte y el empaque del producto.

Una de las principales responsabilidades de los administradores del transporte es obtener la mejor clasificación posible para todos los artículos embarcados, por lo que es útil que los integrantes del departamento de tráfico comprendan por completo los sistemas de clasificación. Aunque existen diferencias en las clasificaciones para ferrocarriles y camiones, cada sistema es dirigido por reglas similares.

Es posible conseguir una reclasificación de un producto mediante una solicitud por escrito ante la junta de clasificación adecuada. La junta de clasificación revisa las propuestas de cambios o adiciones con respecto a los pesos mínimos, las descripciones de las mercancías, los requerimientos de empaque y las reglas, así como las regulaciones generales. Un departamento de tráfico alerta tendrá una función activa en la clasificación. Se pueden realizar ahorros significativos al determinar la clasificación correcta para un producto o al recomendar un cambio en el empaque o en la cantidad embarcada que reduzca la clasificación de un producto.

Determinación de tarifas

Una vez obtenida una clasificación para un producto, debe determinarse la tarifa. La tarifa por quintal se basa en el origen y en el destino del embarque, aunque el precio real cobrado para un embarque particular no está sujeto a un cobro mínimo y también puede estar sujeto a sobreprecios. Antes, las tarifas de origen y destino se conservaban escritas en cuadernos que tenían que actualizarse y diseñarse con regularidad. Después los transportistas proporcionaban las tarifas en discuetes. En la actualidad, las opciones para seleccionar los transportistas van desde el software de Internet que examina los sitios Web de cada uno y determina las mejores tarifas, hasta la participación en subastas en línea.

Las tarifas de origen y destino se organizan por códigos postales. La tabla 8.2 ilustra las tarifas para todas las clases de fletes desde Atlanta, Georgia (C.P. 303) hasta Lansing, Michigan (C.P. 489). La tabla enumera las tarifas para los embarques desde la carga incompleta (LTL) más pequeña (menos de 500 libras; listada como L5C) hasta la carga completa (TL) más grande (más de 40 000 libras; listada como M40M). La tarifa se cotiza en centavos por quintal. Si se supone un embarque

TABLA 8.2 Ejemplo de tarifas de Atlanta, Georgia (C.P. 303) a Lansing, Michigan (C.P. 489)

Origen 303: Destino 489: MC: 81.00: RBNO 00775E									
Clase de tarifa	L5C	M5C	M1M	M2M	M5M	M10M	M20M	M30M	M40M
500	233.58	193.89	147.14	119.10	84.05	65.37	40.32	32.25	28.24
400	188.24	156.25	118.58	95.98	67.73	52.69	32.55	26.03	22.79
300	144.11	119.63	90.78	73.48	51.86	40.34	24.94	19.95	17.45
250	126.30	104.84	79.56	64.40	45.45	35.34	21.86	17.48	15.31
200	98.37	81.66	61.97	50.16	35.40	27.53	17.00	13.60	11.91
175	88.65	73.58	55.84	45.20	31.90	24.81	15.30	12.24	10.72
150	76.11	63.18	47.94	38.81	27.38	21.30	13.20	10.56	9.24
125	64.76	53.76	40.80	33.03	23.31	18.12	11.25	9.00	7.88
110	56.27	46.71	35.43	28.69	20.25	15.75	9.88	7.90	6.92
100	52.62	43.68	33.15	26.83	18.94	14.73	9.22	7.38	6.46
92	49.79	41.33	31.37	25.39	17.92	13.94	8.91	7.12	6.24
85	46.15	38.31	29.07	23.53	16.61	12.92	8.58	6.86	6.01
77	42.91	35.62	27.03	21.88	15.44	12.01	8.34	6.67	5.84
70	40.48	33.59	25.50	20.64	14.57	11.33	8.10	6.48	5.67
65	38.46	31.92	24.22	19.61	13.84	10.76	8.02	6.41	5.61
60	36.84	30.58	23.21	18.78	13.26	10.31	7.94	6.35	5.56
55	34.81	28.90	21.93	17.75	12.53	9.74	7.85	6.28	5.50
50	32.79	27.22	20.66	16.71	11.80	9.18	7.77	6.22	5.44
Peso	Menos de	500–	1 000–	2 000–	5 000–	10 000–	20 000–	30 000–	Más de
Límites (lb)	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	30 000	40 000	40 000

de 10 000 libras, la tarifa para la clase 85 entre Atlanta y Lansing, utilizando la tarifa de ejemplo, es 12.92 dólares por quintal.

Se acostumbra cobrar la tarifa publicada para todos los embarques en función de la combinación específica de clase y origen/destino. Se requerían una revisión y un mantenimiento frecuentes para actualizar las tarifas. Después de la desregulación, los transportistas ofrecieron mayor flexibilidad mediante la aplicación de descuentos en las tarifas. En la actualidad, en vez de desarrollar una tabla de tarifas individuales para cubrir las necesidades de los segmentos de clientes, los transportistas aplican un descuento a las tarifas de las clases para clientes específicos. El descuento, que suele estar entre 30 y 50%, depende del volumen del embarcador y de la competencia en el mercado.

Una alternativa para el cobro por quintal es un cobro por kilómetro, el cual es común en los embarques de TL. Como se analizó antes, los embarques de TL están diseñados para reducir los costos de manejo y de transferencia. Como en un movimiento TL se utiliza el vehículo completo y no es necesario transferir el embarque en una terminal, un cobro por kilómetro ofrece un precio más atractivo. Para un movimiento en un sentido, los cobros pueden ir de 2.00 dólares a más de 4.00 dólares por milla, dependiendo del mercado, el equipo y el producto. Aunque es negociable, este cobro suele incluir la carga, la descarga y la responsabilidad.

Además del cobro variable por embarque aplicado por quintal o por kilómetro, dos cobros adicionales son comunes en el transporte: los **cobros mínimos** y los **sobreprecios**. El cobro mínimo representa la cantidad que debe pagar un embarcador para hacer un embarque, sin tomar en cuenta el peso. Por ejemplo, suponga que la tarifa de clase aplicable es 25 dólares/CWT y el embarcador quiere transportar 100 libras a un lugar específico. Si no existiera un cobro mínimo, el embarcador pagaría 25 dólares. Sin embargo, si el cobro mínimo fuera 250 dólares por embarque, sería necesario que el embarcador pagara el mínimo. Los cobros mínimos cubren los costos fijos asociados con un embarque.

Un sobreprecio representa un cobro adicional diseñado para cubrir costos específicos del transportista. Los sobreprecios sirven para proteger a los transportistas de situaciones no previstas al publicar una tarifa general. Los sobreprecios se valoran como un cargo plano, un porcentaje o una escala móvil basada en el tamaño de un embarque. Un uso común de los sobreprecios es compensar los drásticos cambios en el costo del combustible para los transportistas. Por ejemplo, la Agencia de Información de Estados Unidos informó que los precios del diesel aumentaron 48% en 2004, de 1.49 dólares por galón a 2.21 dólares. El sobreprecio normal del combustible para una compañía aumentó de 5 a 20 centavos de dólar por milla. El método del sobreprecio proporciona un medio de recuperación inmediato para el transportista en materia de costos inesperados, sin incluir éstos en la estructura de tarifas a largo plazo.

Las tarifas de clase, los cobros mínimos, los cobros arbitrarios y los sobreprecios forman una estructura de precios que, en diversas combinaciones, se aplica en el territorio de Estados Unidos. La tarifa indica la clase para cualquier grupo de clasificación entre los orígenes y destinos especificados. En combinación, el sistema de clasificación y la estructura de tarifas por clases forman un mecanismo generalizado de precios para todos los transportistas participantes. Cada modo tiene características que se aplican a sus tarifas. En el transporte acuático, se hacen provisiones especiales en las tarifas para la colocación de la carga bajo o sobre la cubierta. Además, se considera el arrendamiento de embarcaciones completas. También hay provisiones especializadas similares en las tarifas de carga aérea y de ductos. Los intermediarios no operativos y los servicios de paquetes también publican tarifas especializadas para sus servicios.

Tarifas de mercancías

Cuando se desplaza con regularidad una gran cantidad de un producto entre dos lugares, una práctica común es que los transportistas publiquen una **tarifa de mercancías**. Éstas son tarifas especiales o específicas publicadas en relación con una clasificación. Los términos y las condiciones de una tarifa de mercancías se suelen indicar en un contrato entre el transportista y el embarcador. Se publican tarifas de mercancías de un lugar a otro y sólo se aplican en los productos especificados. En la actualidad, casi todo el flete por ferrocarril se mueve bajo tarifas de mercancías lo cual ocurre menos en el transporte camionero. Cuando existe una tarifa de mercancías, ésta reemplaza a la tarifa de clase o de excepción correspondiente.

Tarifas de excepción

Las tarifas especiales publicadas para proporcionar precios más bajos que las tarifas de clase establecidas se denominan **tarifas de excepción**. El propósito original de éstas era proporcionar una tarifa especial para un área, origen/destino, o mercancía específicos, o cuando se justificaba por movimientos competitivos o de alto volumen. En vez de publicar una tarifa nueva, se estableció una excepción para la tarifa de la clasificación o clase.

Como su nombre lo indica, cuando se publica una tarifa de excepción, se modifica la clasificación que suele aplicarse al producto. Dichos cambios implican la asignación de una nueva clase o pueden basarse en un porcentaje de la clase original. En lo técnico, las excepciones pueden ser más altas o más bajas, aunque casi todas son menores que las tarifas de clase originales. A menos que se señale lo contrario, todos los servicios proporcionados bajo la tarifa de clase permanecen bajo una tarifa de excepción.

Desde la desregulación, varios tipos nuevos de tarifas de excepción se han vuelto populares. Por ejemplo, se utiliza una tarifa de **propuesta por acumulación** cuando un embarcador acepta proporcionar varios embarques a un transportista a cambio de un descuento o excepción en la tarifa de clase establecida. El objetivo principal es reducir el costo para el transportista al permitir varias recolecciones del embarque durante una parada en la planta del embarcador o para reducir la tarifa al embarcador debido al costo reducido del transportista. Por ejemplo, UPS ofrece a sus clientes que proponen varios embarques de paquetes pequeños a la vez un descuento basado en el peso y/o el volumen acumulado. Desde la desregulación, los transportistas comunes han introducido numerosas innovaciones en los precios, con base en diversos principios de acumulación.

Se utiliza una tarifa de **servicio limitado** cuando un embarcador acepta realizar servicios seleccionados que suele hacer el transportista, como la carga de un remolque, a cambio de un descuento. Un ejemplo común es la tarifa de **carga y cuenta por el embarcador**, en donde el embarcador acepta la responsabilidad de cargar y contar los paquetes. Esto no sólo le evita al transportista la responsabilidad de cargar el embarque, sino también implica que el transportista, una vez sellado el remolque, no es responsable de garantizar la cuenta de la carga. Otro ejemplo de servicio limitado es una **tarifa de valor liberado**, la cual limita la responsabilidad del transportista en caso de pérdida o daño. Normalmente, el transportista es responsable del valor completo del producto si ocurre una pérdida o daño durante el tránsito. La tarifa cotizada debe incluir un seguro adecuado para cubrir el riesgo. Suele ser más eficaz para los fabricantes de productos con alto valor obtener el seguro ellos mismos, para conseguir la tarifa más baja posible. El servicio limitado se utiliza cuando los embarcadores confían en la capacidad del transportista. El costo se reduce al eliminar la duplicación del esfuerzo o la responsabilidad.

Bajo las tarifas de propuesta por acumulación y servicio limitado, al igual que otras tarifas de excepción innovadoras, la justificación económica básica es la reducción del costo del transportista para después compartir los beneficios con base en la cooperación del embarcador/transportista.

Tarifas y servicios especiales

Los transportistas proporcionan varios servicios y tarifas especiales que se utilizan en las operaciones logísticas. Éstos son algunos ejemplos comunes.

Como se señaló antes, las **tarifas de carga de todo tipo (freight-all-kind, FAK)** son importantes para las operaciones logísticas. Bajo las tarifas FAK, se transporta una mezcla de diferentes productos bajo una clasificación negociada. En vez de determinar la clasificación y la tasa aplicables del flete de los productos individuales, se aplica una clasificación promedio para el embarque total. En esencia, las tarifas FAK son tarifas de carga en la línea porque reemplazan las tarifas de clase, de excepción o de mercancías. Su propósito es simplificar el papeleo asociado con el movimiento de mercancías mixtas.

Existen numerosas tarifas especiales que ofrecen ahorros en el transporte en movimientos específicos de flete. Cuando una mercancía se mueve bajo la tarifa de un solo transportista, se denomina una **tarifa local** o tarifa de línea única. Si más de un transportista participa en el movimiento del flete se aplica una **tarifa consolidada**, aunque participen varios transportistas en el proceso real. Debido a que algunos transportistas con vehículos automotores y por ferrocarril operan en

un territorio restringido, puede ser necesario utilizar los servicios de más de un transportista para completar un embarque. La utilización de una tarifa consolidada ofrece más ahorros que la utilización de dos o más tarifas locales.

Los incentivos de precio especial para utilizar una tarifa publicada que se aplica a sólo una parte de la ruta deseada se denominan **tarifas proporcionales**. Las consideraciones proporcionales de una tarifa se aplican con más frecuencia a puntos de origen o de destino fuera del área geográfica normal de una tarifa de una sola línea. Si no existe una tarifa consolidada y si hay consideraciones proporcionales, la estrategia de mover un embarque bajo las tarifas proporcionales ofrece un descuento en la parte de una sola línea del movimiento, lo cual produce un cobro más bajo del flete general.

Los **servicios del tránsito** permiten detener un embarque en un punto intermedio entre el origen inicial y el destino para descargar, almacenar y/o procesar. Después el embarque se vuelve a cargar para entregar en el destino. Los ejemplos comunes de los servicios del tránsito son el molido de granos y el procesamiento de remolacha de azúcar. Cuando existen privilegios de tránsito, se cobra por el embarque una tarifa completa del origen al destino, más un cargo por el privilegio de tránsito.

Por diversas razones, un embarcador o un destinatario pueden preferir cambiar el itinerario, el destino, o incluso el destinatario después de que un embarque está en tránsito. Este proceso se denomina **desviación y reconsignación**. Esta flexibilidad puede ser muy importante, sobre todo con los alimentos y otros productos perecederos con los que cambia rápido la demanda del mercado. Una práctica normal entre ciertos tipos de intermediarios de mercadotecnia es adquirir mercancías con toda la intención de venderlas mientras están en tránsito. La **desviación** consiste en cambiar el destino de un embarque antes de su llegada al destino original. La **reconsignación** es un cambio en el destinatario antes de la entrega. Los transportistas por camión y ferrocarril ofrecen ambos servicios por un cargo especificado.

Se prefiere una **entrega dividida** cuando se requiere entregar porciones de un embarque a diferentes destinos. Bajo condiciones de tarifas especificadas, la entrega se realiza a varios destinatarios. El pago suele estar estructurado para reflejar una tarifa como si el embarque fuera para el destino más lejano. Además, suele haber un cargo por cada entrega.

La demora y la detención son cargos valorados para mantener los vagones de flete con los remolques más allá del tiempo especificado de carga y descarga. El término **demora** es utilizado por los ferrocarriles para detener un vagón más de 48 horas antes de descargar el embarque. Con los camiones se usa el término **detención** para cubrir retrasos similares. En el caso de los transportistas con vehículos automotores, el tiempo permitido se especifica en la tarifa y suele limitarse a algunas horas.

Además del transporte básico, los transportistas con camiones y por ferrocarril ofrecen una amplia variedad de servicios **especiales o accesorios**. La tabla 8.3 presenta una lista de los servicios auxiliares más utilizados.

Los transportistas también ofrecen servicios ambientales y equipo especial. Los **servicios ambientales** se refieren al control especial del flete mientras está en tránsito, como refrigeración, ventilación y calefacción. Por ejemplo, en el verano, Hershey suele transportar productos para la elaboración de chocolates en remolques refrigerados para protegerlos de las altas

TABLA 8.3
Servicios auxiliares comunes del transportista

- **COD.** Recoger el pago en la entrega (Cóbrese o devuélvase).
- **Cambiar COD.** Cambiar el destinatario del COD.
- **Entrega en interiores.** Entregar el producto dentro de un edificio.
- **Marcado o etiquetado.** Marcar o etiquetar el producto mientras se transporta.
- **Notificar antes de la entrega.** Hacer una cita antes de entregar.
- **Reconsignación de la entrega.** Redirigir el embarque a un nuevo destino mientras está en tránsito.
- **Reentrega.** Intentar una segunda entrega.
- **Entrega residencial.** Entregar en un lugar que no tiene bahía para camiones.
- **Clasificación y separación.** Clasificar las mercancías antes de la entrega.
- **Almacenamiento.** Almacenar las mercancías antes de la entrega.

temperaturas. Los **cobros por equipo especial** se refieren a la utilización de equipo que el transportista ha adquirido para comodidad del embarcador. Por ejemplo, se requiere equipo de saneamiento especializado con el fin de limpiar y preparar los remolques para el almacenamiento y el traslado de alimentos si el remolque se ha utilizado para productos o mercancías que no son alimentos.

Aunque esta breve cobertura de los servicios especiales no es exhaustiva, ofrece varios ejemplos de la diversidad y el tipo de los servicios que ofrecen los transportistas. La función de un transportista en un sistema logístico es mucho más que proporcionar un servicio de transporte de carga en la línea.

Administración del transporte

Los gerentes de tráfico administran una amplia variedad de actividades diferentes. Entre las más comunes están: 1) administración operativa, 2) consolidación, 3) negociación, 4) control, 5) auditoría y administración de reclamaciones y 6) integración logística.

Administración operativa

La principal responsabilidad de un departamento de tráfico es vigilar las operaciones diarias del transporte. En las organizaciones de gran tamaño, la administración del tráfico implica una amplia variedad de responsabilidades administrativas. Las empresas implementan sistemas de administración del transporte (TMS) como parte de sus estrategias de integración de la tecnología de la información.³

En general, un TMS debe identificar y evaluar de manera proactiva las estrategias y tácticas de transporte alternas para determinar los mejores métodos de trasladar un producto dentro de las restricciones existentes. Como se aprecia en la tabla 8.4, esto incluye la habilidad de seleccionar los modos, planear las cargas, consolidarlas con otros embarcadores, aprovechar los desequilibrios actuales en el movimiento del tráfico, definir itinerarios para los vehículos y optimizar la utilización del equipo de transporte. Los principales dividendos de un TMS son ahorros en los costos y mayor funcionalidad para proporcionar tiempos de entrega verosímiles.

Desde una perspectiva operativa, los elementos importantes de la administración del transporte son la programación del equipo y la administración del patio, la planeación de las cargas, los itinerarios y la administración del transportista.

Programación del equipo y administración del patio

Una responsabilidad del departamento de tráfico es la programación del equipo y la administración del patio. La programación es un proceso importante en el transportista común y en el transporte privado. Un obstáculo operativo serio y costoso puede hacer que el equipo de transporte espere para cargarse o descargarse. La administración del patio adecuada requiere una planeación cuidadosa de las cargas, la utilización del equipo y la programación de los conductores. Además,

³La relación del TMS con la tecnología logística general se analiza en el capítulo 5.

TABLA 8.4
Funciones típicas
de un sistema de
administración del
transporte

- Consolidación de pedidos
- Optimización de las rutas
- Administración de la tarifa del transportista
- Vínculos EDI con los transportistas
- Seguimiento de embarques a través de Internet
- Administración integrada de las reclamaciones
- Identificación del modo más económico: paquete, media carga, carga completa, distribución en grupo, paros en tránsito
- Cálculo de la mejor ruta
- Elección del transportista con base en el costo y el servicio, incluyendo el desempeño
- Administración del patio

debe planearse, coordinarse y vigilarse el mantenimiento preventivo del equipo. Por último, deben planearse e implementarse los requerimientos de equipo especializado.

La programación del equipo tiene una estrecha relación con la preparación de los compromisos de entrega de recolección. Para evitar un tiempo de espera amplio y mejorar la utilización del equipo, es importante programar con anticipación las posiciones de las bahías. Se ha vuelto una práctica común establecer compromisos permanentes para los embarques regulares con el fin de facilitar la carga y descarga. Algunas empresas implementan la práctica de establecer compromisos con anticipación al momento de consignar el pedido. Además, la programación eficaz del equipo es fundamental para implementar disposiciones logísticas basadas en el tiempo. Por ejemplo, las disposiciones de recepción-entrega inmediata dependen por completo de la programación precisa de la llegada y salida del equipo.

Planeación de las cargas

El modo en que se planean las cargas afecta directamente la eficiencia del transporte. Con los camiones, existe una capacidad limitada, en términos del peso y el espacio. La planeación de la secuencia de la carga de un remolque debe considerar las características físicas de los productos y el tamaño de los embarques individuales, al igual que la secuencia de entrega si se cargan varios embarques en un solo remolque. Como se señaló antes, ya existe software TMS que facilita la planeación de la carga.

La eficacia con la que se planea la carga afectará directamente la eficiencia logística general. Por ejemplo, el plan de la carga dirige la secuencia de trabajo en los almacenes. El equipo de transporte debe estar disponible para mantener un flujo ordenado de productos y materiales del almacén o fábrica al destino del embarque.

Itinerarios y notificación anticipada de embarque (Routing and Advanced Shipment Notification, ASN)

Una parte importante en el logro de la eficiencia del transporte es el **itinerario** del embarque. Éste predetermina la trayectoria geográfica que recorrerá un vehículo. Una vez más, el software para itinerarios es una parte integral del TMS.

Desde el punto de vista administrativo, el departamento de tráfico es responsable de asegurar que se preparen itinerarios eficientes, al mismo tiempo que se cumplan los requerimientos de servicios del cliente. Una práctica común de los embarcadores es proporcionar a los destinatarios, de manera electrónica, una notificación anticipada de embarque (advanced shipment notification, ASN). Aunque varían los elementos específicos de una ASN, su propósito principal es proporcionar el tiempo adecuado para planear la llegada, preparar los compromisos de entrega y planear la descarga de contenidos del embarque. La planeación de las entregas debe considerar los requerimientos especiales de los clientes en términos de tiempo, ubicación y servicios de descarga especiales.

Administración del movimiento

Los gerentes de tráfico tienen la responsabilidad de administrar el desempeño del transporte por contrato y privado. Una administración eficaz requiere medir y evaluar de manera continua el desempeño del transportista. Hasta hace poco tiempo, eran esporádicos y poco confiables los esfuerzos para medir el servicio real del transportista. Un procedimiento normal era incluir tarjetas postales con los embarques y solicitar a los destinatarios que registraran la hora y las condiciones de la entrega. El desarrollo de la tecnología de la información ha mejorado mucho la confiabilidad de la información del embarque. El hecho de que la mayoría de embarcadores hayan reducido su base de datos con relación a los transportistas ha simplificado mucho la administración. Una administración eficaz requiere elegir, integrar y evaluar a sus operadores.

El departamento de tráfico tiene la facultad de seleccionar a los transportistas para realizar un transporte por contrato. En cierta medida, todas las empresas utilizan este tipo de servicio. Incluso aquellas que poseen flotillas privadas, para completar sus requerimientos de transporte, suelen requerir los servicios complementarios de transportistas comunes, por contrato y especializados. Casi todas las empresas que utilizan transporte por contrato han implementado una **estrategia de transportista principal**.

El concepto esencial de un transportista es desarrollar una relación laboral con una pequeña cantidad de proveedores de transporte. Desde hace mucho tiempo, los embarcadores han distribuido sus compras de transporte entre una amplia variedad de transportistas, para asegurar tarifas competitivas y un suministro de equipo adecuado. Durante la época de la regulación, existían pocas diferencias de precio entre los transportistas. Como resultado, los embarcadores realizaban negocios con cientos de transportistas diferentes. La concentración del volumen en unos cuantos transportistas principales crea una relación de negocios que estandariza los procesos operativos y administrativos. La planeación mutua y el reconocimiento de una dependencia entre un embarcador y un transportista generan un suministro de equipo confiable, servicios personalizados, mejoran la programación y vuelven más eficiente la administración general.

En varias situaciones, las relaciones principales del transporte se establecen directamente entre el embarcador y el proveedor del transporte. Una práctica reciente ha implementado el uso de proveedores de servicios integrados (ISP) para establecer y conservar relaciones de negocios con los transportistas principales. En tales situaciones, el ISP facilita la administración y consolida el flete de una amplia variedad de embarcadores.

Los proveedores de servicios diseñan nuevos y mejores métodos para identificar e integrar los requerimientos del transporte. Sin embargo, queda como una gran responsabilidad de la administración del transporte asegurar que una empresa esté apoyada por un servicio de transporte confiable y económico. Esta responsabilidad no puede delegarse.

Consolidación

En varias secciones de este texto se analiza la importancia de la consolidación del flete. El hecho de que los costos del flete se relacionen directamente con el tamaño del embarque y la longitud de la carga hace indispensable su consolidación. En las palabras hechas famosas por el presidente Truman, *el dinero se detiene aquí*, significan que la administración del tráfico es la función empresarial responsable de lograr la consolidación del flete.

El método tradicional de consolidación era combinar las LTL o los embarques de paquetes en un lugar general. El objetivo de la consolidación hacia el exterior era sencillo. Los ahorros en el transporte al trasladar un solo embarque consolidado en comparación con varios embarques individuales pequeños, eran suficiente para pagar el manejo de la entrega local, al mismo tiempo que lograba una reducción en el costo total.

El cambio a una logística basada en respuestas introdujo nuevos desafíos relacionados con la consolidación. La logística basada en el tiempo tiende a trasladar el impacto de la demanda impredecible de las existencias de seguridad a la creación de embarques pequeños. Todos los integrantes de la cadena de suministro buscan reducir el tiempo de residencia del inventario sincronizando con más precisión el reabasto con la demanda. El resultado ha sido el realizar pedidos pequeños más frecuentes. Este aumento en los embarques pequeños no sólo provoca un costo del transporte más alto, sino también se traduce en más manejo y congestión en las bahías.

Para controlar el costo del transporte cuando se utiliza una estrategia basada en el tiempo, la atención administrativa debe dirigirse al desarrollo de modos ingeniosos para materializar los beneficios de la consolidación en el transporte. Para planear la consolidación de un flete, es necesario tener información confiable relacionada con el estado actual y planeado del inventario. También es conveniente poder reservar o prometer una producción programada para lograr las consolidaciones planeadas. En un nivel práctico, para evitar retrasos, las consolidaciones deben planearse antes de procesar los pedidos y de elegir un pedido de un almacén. Todos los aspectos de la consolidación requieren información oportuna y relevante relacionada con la actividad planeada.

Desde un punto de vista operativo, las técnicas de consolidación del flete se agrupan como **reactivas** y **proactivas**. Cada tipo de consolidación es importante para lograr eficiencia en el transporte.

Consolidación reactiva

Un método reactivo para la consolidación no intenta afectar la composición ni los tiempos de los movimientos del transporte. El esfuerzo de consolidación reacciona a los embarques conforme

llegan y busca combinar los pedidos individuales en embarques más grandes para mover la carga en la línea. Tal vez el ejemplo más visible de una carga en la línea eficaz y reactiva es la clasificación y consolidación nocturna de United Parcel Service del flete de paquetes para el movimiento entre ciudades.

Desde un punto de vista operativo, existen tres modos de lograr una consolidación reactiva eficaz: 1) el área del mercado, 2) la entrega programada y 3) la entrega agrupada.

El método más básico de consolidación es combinar embarques pequeños dirigidos a distintos clientes dentro de un **área de mercado** geográfica. Este procedimiento no interrumpe el flujo natural del flete por una modificación del tiempo de los embarques. Más bien, la base de la consolidación es la cantidad general de embarques hacia un área del mercado.

La variación en el volumen diario dificulta desarrollar consolidaciones hacia afuera o hacia adentro de una área del mercado. Para compensar la deficiencia en el volumen, se utilizan tres disposiciones operativas. Primero, los embarques consolidados se envían a un punto intermedio de separación para lograr ahorros en el transporte de carga en la línea. Ahí, los embarques individuales se separan y envían a su destino. Segundo, las empresas pueden conservar los embarques consolidados para una entrega programada en días específicos en mercados con destinos determinados. Tercero, se logra la consolidación de embarques pequeños al utilizar los servicios de una tercera empresa logística para agrupar la entrega. Los dos últimos métodos requieren disposiciones especiales, las cuales se analizan con detalle más adelante.

La limitación de los embarques para mercados específicos a días seleccionados de cada semana se denomina **entrega programada en el área**. El plan de entrega programada se suele comunicar a los clientes de una manera que destaque los beneficios mutuos de la consolidación. La empresa embarcadora le garantiza al cliente que todos los pedidos recibidos antes de una fecha de corte especificada se entregarán en el día programado.

La participación en una **entrega agrupada** significa que un agente de transportes, almacén público, o empresa de transporte prepara la consolidación de varios embarcadores que atienden la misma área geográfica del mercado. Los proveedores de servicios integrados que preparan servicios agrupados de consolidación suelen tener compromisos permanentes de entrega en destinos con alto volumen de entregas. Bajo tales disposiciones, es común que la compañía de la consolidación también realice un servicio de valor agregado como clasificar, poner en secuencia o separar el flete que llega para atender los requerimientos del cliente.

Consolidación proactiva

Si bien los esfuerzos reactivos para desarrollar consolidaciones del transporte han tenido éxito, dos fuerzas impulsan el método proactivo. Primero, el impacto de los sistemas logísticos basados en respuestas crea un número más grande de embarques pequeños. Esta tendencia hacia más embarques pequeños se ha intensificado por el crecimiento del comercio electrónico. Segundo, la consolidación proactiva refleja el deseo de los embarcadores, transportistas y consignatarios de participar en los ahorros de la consolidación.

Un paso importante para lograr una consolidación proactiva es **planejar antes del pedido** la cantidad y el tiempo para facilitar el movimiento de un flete consolidado. En otras palabras, la creación de los pedidos no debe limitarse a los tiempos de compra o a las reglas de reabasto del inventario normales. La participación del comprador en la creación de un pedido facilita mucho la consolidación proactiva del flete.⁴

También existen numerosas oportunidades de consolidación del flete si se coordinan empresas no relacionadas. Esto se denomina **consolidación de varios vendedores** y la idea general de agrupar el flete de diferentes embarcadores siempre se ha incorporado en las operaciones de carga en la línea de los transportistas de LTL. La nueva iniciativa es planear de manera conjunta el almacenamiento y el procesamiento de los pedidos entre diferentes compañías para facilitar tal consolidación. Cada vez más ISP ofrecen preparar una consolidación de varios vendedores como

⁴Carol Casper, "Multi-Vendor Consolidation", *Food Logistics*, enero/febrero de 1999, pp. 37-48.

un servicio de valor agregado. Asimismo, las empresas respaldan disposiciones de agrupamiento con los competidores para lograr una eficiencia logística.⁵

Negociación

El capítulo 7 presentó una descripción del transporte básico y la regulación de tarifas asociada. Para cualquier embarque específico, la responsabilidad del departamento de tráfico es obtener la tarifa más baja posible para el servicio requerido.

La tarifa establecida representa el punto inicial en la negociación del transporte. La clave para una negociación eficaz es buscar acuerdos ganar-ganar en donde los transportistas y los embarcadores compartan las ganancias en la productividad. Como se señala varias veces en este texto, el costo más bajo posible para el transporte puede no ser el costo total más bajo de la logística. El departamento de tráfico debe buscar la tarifa más baja que coincida con los estándares de servicio. Por ejemplo, si se requiere una entrega en dos días, el departamento de tráfico busca seleccionar el método de transporte que cumpla con regularidad este estándar al costo más bajo posible. Dadas las consideraciones especiales del transporte, varios factores analizados en esta sección deben guiar la negociación de las tarifas. Sin embargo, en el contexto de desarrollar relaciones sólidas con un transportista, los gerentes de tráfico deben buscar tarifas justas y equitativas.

Control

Otras responsabilidades importantes bajo el control de la administración del transporte son el rastreo, la rapidez y la administración de las horas del conductor. El **rastreo** es un procedimiento para localizar los embarques perdidos o retrasados. Es probable que los embarques consignados en una red de transporte se extravíen o retrasen de vez en cuando. Casi todos los transportistas importantes ofrecen un rastreo en línea para ayudar al embarcador a localizar un embarque. El departamento de tráfico de la empresa inicia la acción de rastreo, pero una vez iniciada, es responsabilidad del transportista proporcionar la información deseada. La **rapidez** implica que el embarcador notifica al transportista que necesita que un embarque específico avance por el sistema lo más rápido posible y sin demoras.

Los problemas de cansancio del conductor impulsaron en 2004 a la Administración Federal para la Seguridad de los Transportistas con Vehículos Automotores (Federal Motor Carrier Safety Administration, FMCSA) a alterar las **horas de servicio** (hours of service, HOS) que pueden operar los conductores de camiones interestatales. Los cambios se desarrollaron para asegurar que los conductores tuvieran suficiente tiempo fuera de servicio para descansar, al mismo tiempo que aumentaba el tiempo de conducción diaria para las compañías camioneras. Los cambios reestructuraron de manera notable las condiciones laborales para los conductores. Bajo las nuevas reglas, todas las interrupciones se cuentan como tiempo de servicio. Aunque aumentaron las horas totales de manejo, el impacto de la nueva regulación fue reducir el día laboral productivo.

Las nuevas regulaciones ampliaron el tiempo de manejo diario; contaron el tiempo de descanso, de descarga y las interrupciones como tiempo de manejo; extendieron el tiempo de inactividad requerido entre los turnos, y conservaron un máximo semanal para las horas en servicio. La tabla 8.5 contiene un resumen de los cambios en las reglas.

⁵Helen L. Richardson, "Pooling with Competitors", *Transportation and Distribution*, noviembre de 1998, pp. 105-110.

TABLA 8.5
Horas de servicio de los conductores

Fuente: Departamento de Transporte de Estados Unidos.

Horas anteriores de las reglas de servicio	Horas nuevas de las reglas de servicio
10 horas de manejo	11 horas de manejo
15 horas de servicio Las interrupciones no cuentan como tiempo en servicio y extienden el día.	14 horas consecutivas de servicio. Las interrupciones cuentan como tiempo en servicio.
8 horas acumuladas fuera de servicio 60/70 horas en 7/8 días	10 horas consecutivas e ininterrumpidas fuera de servicio 60/70 horas en 7/8 días Los conductores deben tomar 34 horas fuera de servicio antes de reiniciar un periodo en servicio.

Sin embargo, existían razones adicionales para el cambio, más allá de la seguridad, la reducción de los costos para los embarcadores era una meta de las HOS. La hora adicional del tiempo de manejo ayudaría a disminuir los costos por embarque. Norman Mineta de la Secretaría de transporte de Estados Unidos dijo, “si podemos reducir 1% el costo de mover el flete, el beneficio adicional para la economía sería de más de 98 000 millones de dólares anuales”.⁶

La Corte de Apelación del Distrito de Columbia revocó las nuevas reglas de HOS el 16 de julio de 2004 y expresó que las nuevas reglas podrían aumentar el cansancio del conductor en lugar de aliviarlo. Estas nuevas reglas reflejadas en la tabla 8.5 se implementaron en 2005.

La regulación de las HOS es un buen ejemplo de cómo una política gubernamental afecta el transporte. En los casos del servicio privado, la administración de las HOS es responsabilidad directa del departamento de tráfico. En los transportistas por contrato, la vigilancia es responsabilidad del administrador del transportista.

Auditoría y administración de reclamaciones

Cuando el servicio o los cobros del transporte no se realizan según lo prometido, los embarcadores pueden reclamar una indemnización. Las reclamaciones se suelen clasificar como **pérdida y daño o cobro de más/cobro de menos**. Las reclamaciones por pérdida y daño ocurren cuando un embarcador exige al transportista que pague la pérdida financiera parcial o total producida por un desempeño deficiente. Como lo indica su nombre, las reclamaciones de pérdida o daño suelen ocurrir cuando el producto se pierde o daña mientras está en tránsito. Las reclamaciones por cobro de más/cobro de menos se producen cuando la cantidad facturada es diferente de la esperada y se suelen resolver mediante procedimientos de auditoría aplicables a la factura del flete.

Los acuerdos estipulan el procedimiento adecuado para entablar reclamaciones y ayudan a definir cuál parte es la responsable. Dos factores relacionados con la administración de una reclamación son de primordial importancia. Primero, debe ponerse especial atención en la administración de una reclamación porque las recuperaciones sólo se consiguen mediante programas de verificación vigorosos. Segundo, los grandes volúmenes de reclamaciones indican que los transportistas no cumplen con las obligaciones de su servicio. Sin tomar en cuenta el dinero recuperado por la administración de una reclamación, la falla en el desempeño del servicio al cliente producida por las reclamaciones de pérdida y daño afecta la reputación de un embarcador con sus clientes.

La verificación de las facturas del flete es una responsabilidad importante del departamento de tráfico. El propósito de la verificación es asegurar la precisión de la factura del flete. La complejidad de la tarifa del transporte aumenta la probabilidad de errores más que casi todas las otras decisiones de compra. Existen dos tipos de verificaciones del flete. Una **verificación preliminar** determina los cobros antes del pago de una factura del flete. Una **verificación posterior** determina lo mismo después que se ha hecho un pago. La verificación puede ser externa o interna. Si es externa, se emplean compañías especializadas en verificación del flete, cuyo personal es experto en agrupar mercancías específicas. Esto suele ser más eficiente que utilizar personal interno, el cual tal vez no tiene el mismo nivel de conocimientos. El pago de las verificaciones externas se basa en un porcentaje del cobro adicional recuperado. Es crucial que para esto se acuda a una empresa de excelente reputación, porque la factura del flete contiene información valiosa de mercadotecnia y del cliente, y es posible afectar de manera adversa las actividades corporativas si la información delicada no se mantiene confidencial.

Se suele emplear una combinación de verificación interna y externa, dependiendo del valor de la factura del flete. Por ejemplo, una factura de 600 dólares con un error de 10% produce una recuperación de 60 dólares, pero una factura de 50 dólares con un error de 10% sólo genera una recuperación de 5 dólares. Por lo tanto, las facturas con una posibilidad de recuperación más grande pueden ser verificadas de manera interna.

Una práctica común es que las empresas determinen y paguen el flete en el momento en que un embarque se presenta a un transportista. Esto transfiere la responsabilidad de la verificación al transportista, quien después debe presentar una reclamación de cobro de menos para recuperarlo con el embarcador.

⁶ Departamento de Transporte de Estados Unidos, “FMCSA 4-03, Revised Hours-of-Service Rule to Help Ensure Truck Drivers Get Adequate Rest”, Washington, DC, 24 de abril de 2003.

Integración logística

Para cualquier periodo operativo específico, se espera que la administración del tráfico proporcione los servicios de transporte requeridos al costo presupuestado. También es responsabilidad de la administración del tráfico buscar medios alternos para eficientar el transporte con el fin de reducir el costo logístico total. Por ejemplo, un ligero cambio en el empacado puede crear una oportunidad para negociar una clasificación del flete más baja para un producto. Aunque pueden aumentar los costos del empaque, este gasto adicional se compensa mediante una reducción sustancial en el costo del transporte. A menos que tales propuestas se originen en el departamento de tráfico, es probable que no se perciban en la empresa promedio. Como se señaló antes, el transporte es el área individual de costo más alta en casi todos los sistemas logísticos. Este nivel de gastos combinado con la dependencia de las operaciones logísticas de contar con un transporte eficaz conlleva a confirmar que los departamentos de tráfico deben desempeñar una función activa en la planeación logística de la cadena de suministro.

Documentación

Se requiere una documentación bien definida para realizar un servicio de transporte. Con excepción del transporte privado dentro de los confines de una sola empresa, los productos se suelen vender una vez que se transportan. Por lo tanto, el derecho legal de propiedad ocurre durante el tiempo en que se realiza el servicio de transporte. Cuando participan transportistas por contrato para realizar el transporte, la transacción debe establecer una clara responsabilidad legal para todas las partes relacionadas. El propósito principal de la documentación del transporte es proteger a todas las partes relacionadas con el desempeño de la transacción. Tres tipos principales de documentación del transporte son el conocimiento de embarque, la factura del flete y el manifiesto de embarque.

Conocimiento de embarque

El **conocimiento de embarque** es el documento básico utilizado al adquirir servicios de transporte. Funciona como un recibo y documenta los productos y las cantidades embarcados. Por esta razón, es esencial describir y contar los productos con precisión. En caso de pérdida, daño o retraso, el conocimiento de embarque es la base para las reclamaciones por daños. La persona o comprador designado con conocimiento de embarque es el único receptor de buena fe de los artículos. Un transportista es responsable de la entrega adecuada de acuerdo con las instrucciones incluidas en el documento. La información incorporada en el conocimiento de embarque determina todas las responsabilidades relacionadas con el tiempo y la propiedad.

El conocimiento de embarque especifica los términos y las condiciones de la responsabilidad del transportista y documenta las responsabilidades para todas las causas posibles de pérdida o daño, excepto las definidas como hechos de fuerza mayor. La figura 8.4 presenta un ejemplo de un conocimiento de embarque directo uniforme. Las regulaciones gubernamentales permiten computarizar y enviar de manera electrónica los conocimientos de embarque entre los embarcadores y los transportistas.

Además del conocimiento de embarque **uniforme**, otros tipos de documento que se utilizan con frecuencia son la **notificación de pedido**, conocimiento de embarque de **exportación** y conocimiento de embarque de **gobierno**. Es importante seleccionar el conocimiento de embarque correcto para un embarque específico.

Una notificación de pedido o nota negociable es un instrumento de crédito. Contempla que no se haga la entrega a menos que se dé al transportista el conocimiento de embarque original. El procedimiento acostumbrado es que el vendedor envíe el conocimiento de embarque referido a la notificación de pedido a un tercero, por lo general un banco o una institución de crédito. Cuando el cliente paga el producto, la institución de crédito libera el conocimiento de embarque. Después el comprador lo presenta al transportista común, el cual, a su vez, libera los artículos. Esto facilita el transporte internacional en donde el pago por mercancías más allá de una frontera puede ser una consideración importante. Un conocimiento de embarque de exportación permite a un embarcador utilizar tarifas de exportación, las cuales pueden ser más bajas que las locales. Este tipo de tarifas puede reducir el costo total cuando se aplica al transporte de carga en línea de un origen o destino local. Los conocimientos de embarque de gobierno se utilizan cuando el producto es propiedad de la nación estadounidense.

FIGURA 8.4 Un conocimiento de embarque directo uniforme

CONOCIMIENTO DE EMBARQUE DIRECTO UNIFORME				
Original. No Negociable (Para ser impreso en papel "blanco")		Número del embarcador Número del agente		
Compañía				
<p>RECIBÍ, sujeto a las clasificaciones y tarifas en vigor a la fecha de emisión de este conocimiento de embarque el 200</p> <p>de la propiedad descrita a continuación, en aparente buen estado, excepto lo señalado (se desconoce el contenido y la condición del contenido de los paquetes), marcado, consignado y destinado como se indica a continuación, que dicha compañía (en este contrato, compañía significa cualquier persona de la corporación que posee la propiedad bajo el contrato) acepta llevar a su lugar acostumbrado de entrega a mitad de su destino, si está en su propio camino o en su propia línea acuática, o entregarlo a otro transportista en ruta hacia dicho destino. Ambos acuerdan, en lo tocante a cada transportista de toda o una parte de dicha ruta hasta el destino y en lo tocante a cada parte que se interese en algún momento en toda o una parte de dicha propiedad, que cada servicio realizado en lo sucesivo debe estar sujeto a todas las condiciones no prohibidas por la ley, ya sea impresas o escritas, contenidas aquí, incluyendo las condiciones mencionadas al revés, las cuales acepta el embarcador por sí mismo y sus comisionados.</p>				
(Dirección de correo o física del consignatario. Sólo para notificación.)				
Consignado a	Destino	Estado	Municipio	
Ruta	Transportista de la entrega	Camión inicial	Núm. de camión	
Núm. de paquetes	Descripción de los artículos, marcas especiales y excepciones	*Peso (sujeto a corrección)	Clase o tarifa	Columna para verificación
<p>Sujeto a la sección 7 de las condiciones, si este embarque se entrega al consignatario sin ayuda del consignador, el consignador debe firmar la siguiente declaración:</p> <p>El transportista no entregará este embarque sin el pago del flete y todos los otros cobros legales.</p> <p style="text-align: right;">..... (Firma del consignador.)</p> <p>Si los cobros se van a pagar con anticipación, escriba o ponga el sello de "Para pago anticipado".</p> <p>Recibí \$ para aplicar en el pago anticipado de los cargos sobre la propiedad aquí descrita.</p> <p style="text-align: right;">..... Agente o cajero</p> <p>Por (Esta firma sólo reconoce la cantidad pagada con anticipación.)</p> <p>Cargos anticipados:</p> <p style="text-align: right;">\$</p>				
<p>* Si un transportista mueve el embarque entre dos puertos por vía acuática, la ley requiere que el conocimiento de embarque declare si es "el peso del transportista o del embarcador".</p> <p>Nota: Donde la tarifa depende del valor, se requiere que los embarcadores mencionen específicamente por escrito el valor acordado o declarado de la propiedad.</p> <p>El embarcador menciona específicamente aquí que el valor acordado o declarado de la propiedad no es mayor de</p> <p>..... por</p> <p>..... Embarcador Agente.</p> <p>Por Por</p> <p>Dirección permanente de oficina postal del embarcador</p>				

Factura del flete

La **factura del flete** representa el método de cobro de un transportista por los servicios realizados. Se desarrolla al utilizar la información que contiene el conocimiento de embarque. La factura del embarque puede ser **pagada con anticipación o por cobrar**. Una factura pagada con anticipación significa que el embarcador paga el costo del transporte antes de la realización, mientras que un embarque por cobrar traslada al consignatario la responsabilidad del pago.

La preparación de los conocimientos de embarque y de las facturas del flete requiere bastante administración. Se ha realizado un esfuerzo significativo por automatizar las facturas del flete y los conocimientos de embarque mediante transacciones EDI o por Internet. Algunas empresas prefieren pagar sus facturas del flete en el momento en que se prepara el conocimiento de embarque, con lo cual combinan los dos documentos. Tales disposiciones se basan en los beneficios financieros del menor costo de papeleo y, como se señaló antes, se transfiere al transportista la responsabilidad de la verificación contable.

Manifiesto de embarque

El **manifiesto de embarque** enlista las detenciones o consignatarios individuales cuando se envían varios embarques en un solo vehículo. Cada embarque requiere un conocimiento de embarque. El manifiesto enlista la detención, el conocimiento de embarque, el peso y la cuenta de contenidos para cada uno. El objetivo del manifiesto es proporcionar un solo documento que defina el contenido general de la carga sin que se requiera revisar los conocimientos de embarque individuales. Para los embarques que cuentan con una sola detención, el manifiesto es igual que el conocimiento de embarque.

Resumen

El transporte es el costo individual más grande en casi todas las operaciones logísticas. Antes de la desregulación, los servicios de transporte estaban estandarizados y eran inflexibles, lo que limitaba la capacidad para desarrollar una ventaja competitiva. Como resultado de la desregulación, se han ampliado las ofertas de servicio y se han relajado las restricciones, lo cual permite que los recursos del transporte se integren de manera eficaz en la logística general de la cadena de suministro.

El conocimiento de las economías del transporte y la determinación de precios son esenciales para una administración logística eficaz. Los principales impulsores de los costos del transporte son la distancia, el volumen, la densidad, la capacidad de estiba, el manejo, la responsabilidad y los factores del mercado. Estos impulsores determinan los precios de transporte que se presentan como tarifas a los compradores para realizar servicios específicos. Los administradores logísticos necesitan familiarizarse con la estructura básica de tarifas para los servicios especializados y de carga en la línea relacionados con el transporte.

Las responsabilidades fundamentales de la administración del tráfico son la administración operativa, la consolidación, la negociación, el control, la auditoría y la administración de reclamaciones, así como la integración logística. Todos esos aspectos son esenciales para una administración del transporte eficaz. El grado en que las responsabilidades administrativas analizadas son realizadas por un departamento de tráfico interno o por un proveedor de servicios integrados es una cuestión de preferencia administrativa.

Preguntas desafiantes

1. Se presentaron siete impulsores económicos que afectan el costo del transporte. Seleccione un producto específico y analice cómo afecta cada factor en la determinación de una tarifa del flete.
2. Compare y contraste los costos variables, fijos y consolidados.
3. Compare y contraste el costo del servicio y el valor del servicio como estrategias alternas de preparación de tarifas.
4. Analice el concepto de precio neto. ¿Qué ventaja proporciona el precio neto para los transportistas y los embarcadores?

5. ¿Cuál es el propósito de la clasificación del flete? ¿El concepto de la clasificación tiene relevancia dada la desregulación del transporte?
6. Describa la diferencia entre una tarifa y una clasificación. ¿Cuál es su relación?
7. ¿Cuál es la función de la factura del flete y el conocimiento de embarque en una transacción de transporte?
8. ¿Cuál es el concepto básico de la consolidación? ¿Cómo ayudan los ISP a lograr dicha consolidación?
9. Compare y contraste las consolidaciones reactiva y proactiva. Proporcione un ejemplo de cada una.
10. Cuatro aspectos de la administración de las operaciones de transporte se identificaron como: 1) programación del equipo y administración del patio, 2) planeación de las cargas, 3) itinerarios y notificación anticipada de un embarque y 4) administración del movimiento. Identifique un embarque de transporte comercial que conozca y analice la aportación de cada aspecto administrativo.

Almacenamiento

Almacenamiento estratégico

Beneficios económicos

Beneficios en el servicio

Operaciones del almacén

Manejo

Almacenamiento

Disposiciones de propiedad del almacén

Privados

Públicos

Contratados

Despliegue de la red

Decisiones del almacén

Elección de la ubicación

Diseño

Ánálisis de la mezcla de productos

Expansión

Manejo de materiales

Layout

Determinación del tamaño

Sistemas de administración del almacén (Warehouse Management Systems, WMS)

Exactitud y auditorías

Protección

Seguridad y mantenimiento

Resumen

El almacenamiento incorpora muchos aspectos diferentes de las operaciones logísticas. Debido a que hay muchos tipos de almacenes, la presentación no se parece a los esquemas que se utilizan en áreas como la administración de pedidos, el inventario y el transporte. Tradicionalmente, un almacén se consideraba un lugar para mantener o guardar el inventario. Sin embargo, en los sistemas logísticos contemporáneos, la percepción más adecuada de su función es como un lugar para combinar el surtido del inventario con el fin de cumplir con los requerimientos de los clientes. Lo ideal es que el almacenamiento de productos se mantenga al mínimo. Este capítulo presenta las bases para comprender el valor que aporta el almacenamiento en el proceso logístico. El análisis es relevante para todos los tipos de almacenes, incluyendo los centros de distribución, las terminales de consolidación, las instalaciones de separación de material a granel y los andenes de recepción entrega inmediata. El objetivo es presentar las consideraciones administrativas generales relacionadas con el almacenamiento.

Almacenamiento estratégico

Aunque los sistemas logísticos eficaces no deben diseñarse para mantener un inventario durante un tiempo prolongado, hay ocasiones en las que el almacenamiento de inventario se justifica con base en el costo y el servicio.

El almacenamiento siempre ha sido un aspecto importante del desarrollo económico. En la época preindustrial era efectuado por almacenes domésticos que se veían obligados a funcionar como unidades económicas autosuficientes. Los clientes realizaban el almacenamiento y aceptaban los riesgos inherentes.

Cuando se desarrolló la capacidad de transporte, fue posible dedicarse a la especialización. El almacenamiento de productos se trasladó de los almacenes domésticos a los minoristas, mayordomos y fabricantes. Los almacenes guardaban el inventario en el conducto logístico y servían para coordinar el suministro de productos y la demanda de los clientes. Debido a que no se comprendía bien el valor del almacenamiento estratégico, los almacenes se consideraban males necesarios que añadían un costo al proceso de distribución. De esa creencia surgió el concepto de que los intermediarios simplemente aumentaban el costo. En épocas pasadas la necesidad de entregar variedad de productos era limitada. La productividad de la mano de obra, la eficiencia en el manejo de los materiales y la rotación del inventario no eran preocupaciones importantes. Debido a que la mano de obra era relativamente económica, los recursos humanos se usaban libremente. Apenas se pensaba en la eficiencia sobre la utilización del espacio, los métodos de trabajo o el manejo de materiales. A pesar de tales deficiencias, estos almacenes iniciales proporcionaban un puente necesario entre la producción y la mercadotecnia.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la atención de los administradores se dirigió al almacenamiento estratégico. La administración comenzó a cuestionar la necesidad de vastas redes de almacenes. En las industrias de distribución como el mayoreo y el menudeo, se consideraba una buena práctica dedicar un almacén que contuviera un surtido completo del inventario en cada territorio de ventas. Cuando mejoraron las técnicas de pronósticos y de programación de la producción, los administradores cuestionaron ese despliegue arriesgado del inventario. La planificación de la producción se volvió más confiable cuando disminuyeron las interrupciones y los retrasos durante la fabricación. La producción estacional y el consumo pasivo todavía requerían el almacenamiento, pero se redujo la necesidad general de almacenamiento para apoyar los esquemas estables de fabricación y consumo.

Los requerimientos cambiantes en el menudeo compensaban de sobra cualquier reducción en el almacenamiento obtenida como resultado de mejoras en la manufactura. Las tiendas minoristas, al enfrentar el desafío de proporcionar a los clientes un mayor surtido de productos, encontraron más difícil realizar economías de compra y transporte al comprar directamente a los proveedores. El costo de transportar embarques pequeños volvió prohibitivos los pedidos directos. Esto creó una oportunidad de establecer almacenes estratégicamente ubicados para proporcionar a los minoristas un abasto oportuno y económico. Los mayoristas progresistas y los minoristas integrados desarrollaron el estado del arte de los sistemas de almacenamiento para apoyar la logística del abastecimiento de los minoristas. Por lo tanto, la atención en el almacenamiento pasó de un almacenaje pasivo a un surtido estratégico. El término **centros de distribución** se comenzó a utilizar en toda la industria para capturar este aspecto dinámico del almacenamiento tradicional.

Las mejoras en la eficiencia del almacenamiento para el menudeo pronto fueron adoptadas para la manufactura. Para los fabricantes, el almacenamiento estratégico ofrecía un modo de reducir el tiempo de residencia de los materiales y las piezas. El almacenamiento se integró a las estrategias de producción justo a tiempo (JIT) y a la de reducción de inventarios. Aunque la noción básica del JIT es reducir el inventario del trabajo en proceso, tales estrategias de manufactura necesitan una logística confiable. Lograr tal apoyo logístico por un mercado mundial suele requerir almacenes estratégicamente ubicados. La utilización de un inventario de piezas en un almacén central reduce la necesidad del inventario en cada instalación de ensamblado. Los productos se compran y se embarcan al almacén central estratégicamente ubicado, aprovechando las ventajas de un transporte consolidado. En el almacén, los productos se clasifican, se secuencian y se embarcan a instalaciones de manufactura específicas cuando se requiere. En donde están completamente

integradas, las instalaciones de clasificación y secuenciación se convierten en una extensión vital de la manufactura.

En el lado externo de la manufactura (de frente al mercado), los almacenes pueden ser utilizados para crear surtidos de productos para embarcarlos a los clientes. La posibilidad de recibir embarques mezclados de productos, ofrece a los clientes dos ventajas específicas. Primero, se reduce el costo logístico debido a que se puede entregar un surtido de productos y se aprovecha el transporte consolidado. Segundo, se puede reducir el inventario de productos con desplazamiento lento porque se reciben cantidades pequeñas como parte de un embarque consolidado más grande. Los fabricantes que proporcionan embarques de productos clasificados y secuenciados de manera oportuna se posicionan para lograr una ventaja competitiva.

Una meta importante en el almacenamiento es maximizar la flexibilidad. Ésta es facilitada por la tecnología de la información. La tecnología ha afectado casi todos los aspectos de las operaciones del almacén al crear nuevos y mejores medios para realizar el almacenamiento y el manejo de los materiales. La flexibilidad también es parte esencial de la capacidad de respuesta a la siempre cambiante demanda del cliente en términos del surtido de productos, servicios de valor agregado, y el modo en que se secuencian y se presentan los embarques. La tecnología de la información facilita la flexibilidad al permitir a los operarios del almacén reaccionar con rapidez a los requerimientos cambiantes de los clientes.¹

El almacenamiento estratégico sirve para satisfacer los requerimientos relacionados con la **presencia local**. Aunque los beneficios de ésta no sean tan obvios como otros beneficios en el servicio, suelen ser mencionados por los ejecutivos como una ventaja importante de los almacenes locales. La creencia implícita es que un almacén local puede responder con mayor rapidez a las necesidades de los clientes de un almacén más alejado. Se prevé que la presencia de un almacén local aumenta la participación en el mercado y puede resultar rentable. Aunque el factor de la presencia local es una estrategia que se discute a menudo, hay poca investigación sólida para confirmar o refutar su existencia. Además, un procesamiento de pedidos basado en la tecnología y un transporte más confiable cada día cierran la brecha en el tiempo de respuesta, sin tomar en cuenta la distancia. A menos que un almacén se justifique en lo económico o en el servicio, no es probable que una presencia local afecte favorablemente los resultados operativos. Queda claro que una red de almacenes estratégicamente ubicados proporciona a los clientes importantes la percepción de que recibirán un gran apoyo logístico.

Los beneficios obtenidos del almacenamiento estratégico se clasifican como económicos y de servicio. Ningún almacenamiento debe incluirse en un sistema logístico a menos que se justifique por completo en alguna combinación de costo y servicio. Lo ideal es que un almacén proporcione al mismo tiempo ambos beneficios.

Beneficios económicos

Los beneficios económicos del almacenamiento ocurren cuando se reducen los costos logísticos generales. Por ejemplo, si agregar un almacén en un sistema logístico reduce el costo general del transporte en una cantidad mayor que la inversión requerida y el costo operativo, se reducirá el costo total. Cuando se pueden lograr reducciones en el costo total, el almacén se justifica en lo económico. Cuatro beneficios económicos básicos son: 1) la consolidación y dispersión del volumen, 2) la clasificación, 3) el almacenamiento estacional, y 4) la logística inversa.

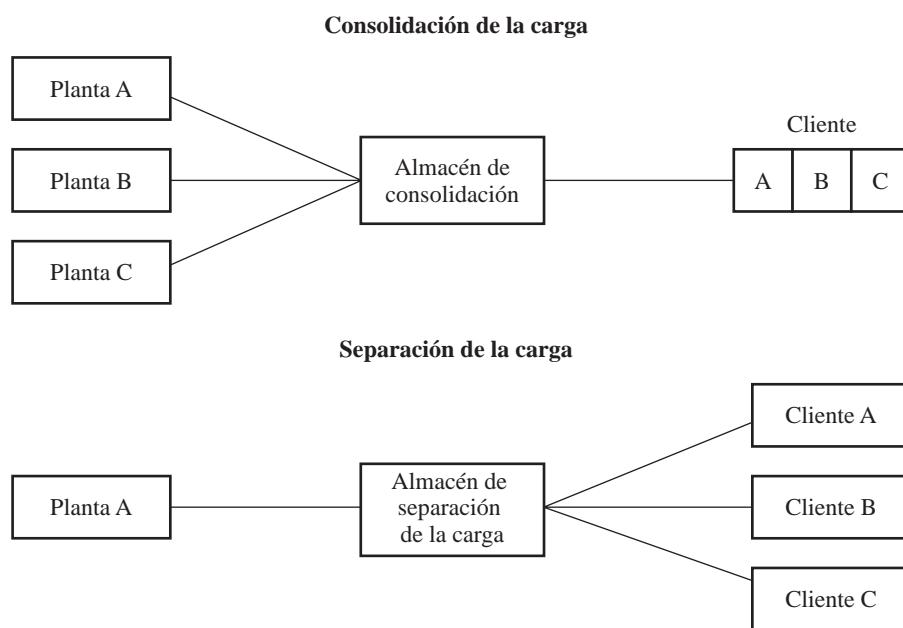
Consolidación y dispersión del volumen

Los beneficios económicos de la consolidación y la dispersión del volumen son aquellos que reducen el costo del transporte al utilizar la capacidad del almacén para agrupar los embarques.

En la consolidación, el almacén recibe los materiales de diversas fuentes que se combinan en cantidades exactas en un solo embarque grande a un destino específico. Los beneficios de las consolidaciones son la obtención de la tarifa de flete más baja posible, la entrega controlada y oportuna, y una menor congestión en los andenes de recepción del cliente. El almacén permite

¹Arnold Maltz y Nicole De Horatuis, "Warehousing: The Evolution Continues", *WERC* (2004), pp. 1-58.

FIGURA 9.1
Disposiciones para consolidación y separación de la carga



que el movimiento hacia adentro desde su origen y el movimiento hacia afuera hacia un destino, se consoliden en un embarque más grande, lo cual suele producir cobros más bajos del transporte por unidad y una entrega más frecuente y rápida.

Una operación de dispersión del volumen recibe un solo embarque grande y lo prepara para entregarlo a varios destinos. La economía de escala se obtiene al transportar el embarque consolidado más grande. El almacén de dispersión del volumen o terminal de clasificación separa los pedidos individuales y prepara las entregas locales.

Las disposiciones de consolidación y de dispersión del volumen emplean la capacidad del almacén para mejorar la eficiencia del transporte. Muchas disposiciones logísticas implican tanto consolidación como dispersión del volumen. La figura 9.1 ilustra cada actividad.

Clasificación

El beneficio básico de la clasificación es reconfigurar el flete mientras fluye de la fuente al destino. En los sistemas logísticos se suele aplicar tres tipos de clasificación: de recepción-entrega inmediata, de combinación y de ensamblado.

El objetivo de la **recepción-entrega inmediata** es combinar el inventario de diversas fuentes en una clasificación determinada con anticipación para un cliente específico. Los minoristas con frecuencia emplean operaciones de recepción-entrega inmediata para reabastecer los inventarios de una tienda con desplazamiento rápido. La recepción-entrega inmediata requiere una entrega precisa y oportuna de cada fabricante. Mientras un producto se recibe y descarga en un almacén, se clasifica por destino. En casi todos los casos, el cliente ha comunicado requerimientos precisos del volumen de cada producto para cada destino. A su vez, los fabricantes han clasificado, cargado y etiquetado la cantidad adecuada por destino. Después, el producto pasa de los andenes de recepción a un camión dedicado a una entrega específica. Una vez cargados los camiones con el producto combinado de varios fabricantes, éstos son liberados para trasladarse a su destino. El alto grado de precisión requerida para la recepción-entrega inmediata hace que una operación exitosa dependa altamente de la tecnología de la información.

Se obtiene un resultado similar a la recepción-entrega inmediata en la **combinación**. Sin embargo, ésta se suele realizar en un sitio intermedio entre el origen y el destino del embarque. En una operación de combinación normal, las cargas completas de productos se embarcan desde el origen hasta los almacenes de combinación. Los embarques que llegan están planificados para

minimizar el costo del transporte que distribuye la mercancía que está dentro de los límites del almacén. Al llegar al almacén de combinación, los embarques se descargan y clasifican en la combinación deseada por cada cliente. Desde hace tiempo, la combinación durante el tránsito se apoya en tarifas de transporte especiales que proporcionan incentivos financieros para facilitar el proceso.² Durante el proceso de combinación, los productos que llegan se pueden combinar con otros que están en existencia en un almacén. Los almacenes que realizan una combinación durante el tránsito tienen el efecto neto de reducir el almacenamiento general de productos en un sistema logístico, al mismo tiempo que proporcionan surtidos específicos para un cliente y minimizan el costo del transporte.

El objetivo del **ensamblado** es apoyar las operaciones de manufactura. Los productos y los componentes se ensamblan desde diversos proveedores de segundo nivel a través de un almacén, que suele denominarse **proveedor principal** o **proveedor de nivel uno**, ubicado muy cerca de la instalación de manufactura. Aunque las empresas de manufactura casi siempre han realizado el ensamblado, se ha vuelto común utilizar servicios de valor agregado hechos por un proveedor principal o de nivel uno, o un **proveedor de servicios integrados (integrated service provider, ISP)** para clasificar, secuenciar y entregar los componentes cuando se requieren en la fabricación. Igual que la recepción-entrega inmediata y la combinación, el ensamblado sirve para lograr un agrupamiento de los procesos del inventario en un momento y lugar precisos. La figura 9.2 muestra estas tres disposiciones para la clasificación.

Almacenamiento estacional

El beneficio económico directo del almacenamiento es atender la producción o la demanda estacional. Por ejemplo, los muebles para jardín y los juguetes se producen todo el año, pero sólo se venden durante un periodo de mercadotecnia muy corto. En contraste, los productos agrícolas se cosechan en épocas específicas, pero el consumo posterior ocurre todo el año. Ambas situaciones requieren almacenar un inventario para apoyar los esfuerzos de mercadotecnia. El almacenamiento proporciona un soporte del inventario, lo cual permite eficiencias en la producción dentro de las restricciones impuestas por las fuentes de materiales y los clientes.

Procesamiento logístico inverso

Gran parte del trabajo físico relacionado con la logística inversa se realiza en los almacenes. La logística inversa incluye las actividades para apoyar: 1) la administración de las devoluciones, 2) la refabricación, 3) la recomercialización, 4) el reciclado, y 5) la eliminación. La administración de las devoluciones está diseñada para facilitar el flujo inverso del producto que no se vendió o para atender las recuperaciones. La refabricación facilita el flujo inverso del producto después de su vida útil. Posteriormente el producto mismo o sus componentes se actualizan para venderlos a un precio de descuento. Muchos fabricantes de computadoras y artículos electrónicos emplean la refabricación para mejorar su utilidad una vez que terminan los arrendamientos. La recomercialización emplea la coordinación y el flujo inverso para posicionar y revender un producto cuando el usuario original ya no lo necesita. La Agencia Logística para la Defensa tiene un detallado proceso de recomercialización para facilitar la transferencia y la venta del equipo usado a otros servicios militares o agencias gubernamentales. El reciclado utiliza el producto después de su vida útil con el objetivo de desarmarlo en sus materiales componentes para una reutilización eficaz. Los metales, el plástico y artículos de gran valor suelen ser objeto de actividades de reciclado. Cuando el material no se puede reutilizar de manera eficaz, aun así se requiere de la logística inversa para eliminarlo en un relleno sanitario adecuado.³

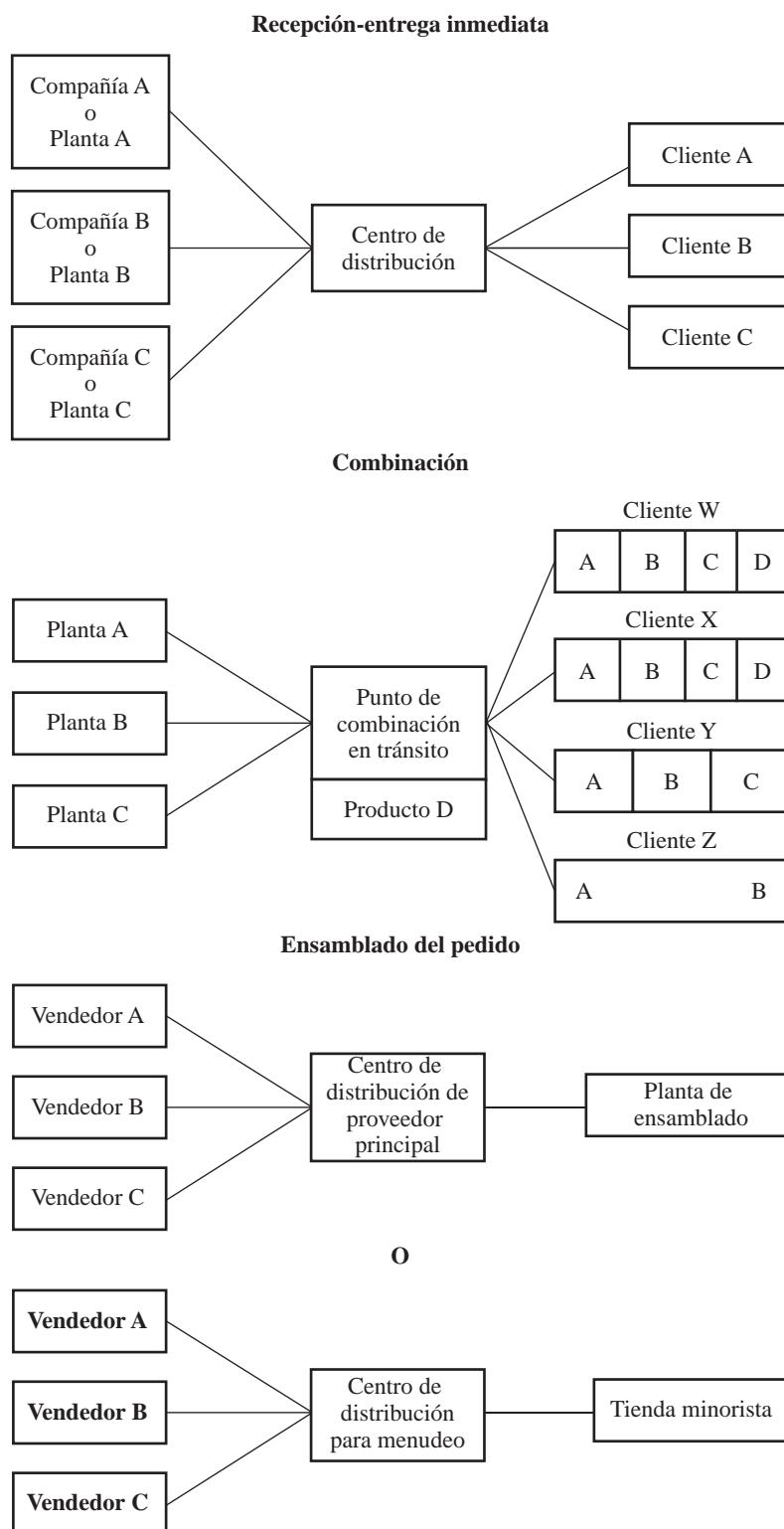
Muchas empresas generan un flujo de efectivo importante a partir de la administración de las devoluciones, la refabricación, la recomercialización y el reciclado. La logística inversa apoya un inventario controlado y regular.⁴

² Consulte el capítulo 8.

³ Para un análisis más amplio de la logística de ciclo cerrado, consulte el capítulo 11.

⁴ Dale S. Rogers y Ronald Tibben-Lembke, "An Examination of Reverse Logistics Practices", *Journal of Business Logistics* 22, 2001, pp. 129-148; y Diane A. Mollenkopf y Howard Weathersby, "Creating Value through Reverse Logistics", *Logistics Quarterly*, 2003/2004, pp. 20-24.

FIGURA 9.2
Disposiciones para la clasificación



El inventario controlado consiste en las recuperaciones de los materiales y los productos peligrosos que pueden dañar la salud del cliente o por consideraciones ambientales. La reclamación del inventario controlado debe realizarse bajo un estricto escrutinio operativo que evite que se elimine de manera incorrecta. Como cabe esperar, varias agencias gubernamentales, como la Comisión para la Seguridad de los Productos de los Clientes, el Departamento de Transporte (Department of Transportation, DOT), la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency EPA), la Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drug Administration, FDA) y la Administración para la Seguridad y la Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) tienen una relación directa con la eliminación del inventario controlado.

Se ha puesto menos atención en la reclamación del inventario regular. El producto considerado en la reclamación del inventario regular suele dañarse o envejecer más allá de la fecha de venta recomendada. Aunque algunos productos que no se pueden vender son el resultado de daños en el almacén, casi todo es devuelto del inventario de los minoristas o directo de los clientes.

Aunque la reclamación es difícil para el inventario regular, es mucho más desafiante para el inventario controlado. En ambas situaciones de devolución, el flujo del producto carece del proceso ordenado característico del movimiento hacia afuera. El movimiento de regreso suele consistir en paquetes individuales y cajas de cartón no uniformes, en contraste con el movimiento hacia afuera de envases y tarimas. Los paquetes suelen estar rotos y el producto no está debidamente empacado. Los productos devueltos requieren bastante clasificación e inspección manual para determinar el modo conveniente de eliminarlos. Sin embargo, es significativa la oportunidad de recuperar el costo mediante la reintegración y el reciclado.

Beneficios en el servicio

Los almacenes proporcionan servicios que mejoran el aumento de ingresos de la línea principal. Cuando un almacén se justifica principalmente por el servicio, la razón de apoyo es un mejoramiento de las ventas que compensa por mucho el costo adicional. Es una tarea difícil cuantificar el retorno sobre la inversión del servicio porque es difícil de medir. Por ejemplo, establecer un almacén para que atienda un mercado específico puede aumentar el costo, pero también incrementa las ventas en el mercado, los ingresos y el posible margen de ganancias. Los almacenes proporcionan el servicio como resultado de: 1) conservar existencias en el lugar, 2) conservar existencias en toda la línea, y 3) los servicios de valor agregado.

Almacenamiento de soporte estacional

Los almacenes de soporte estacional, sirven para apoyar la adaptación del cliente. Los fabricantes de productos muy temporales suelen utilizar almacenes de soporte estacional. En vez de conservar el inventario en un almacén todo el año, o hacer embarques para los clientes directo de las instalaciones de fabricación, la capacidad de respuesta en los períodos de ventas máximas mejora mediante un posicionamiento temporal del inventario en mercados estratégicos. Bajo este concepto, un inventario selecto se posiciona o se coloca en **almacenes de soporte estacional** como previsión para responder a la necesidad del cliente durante el periodo de ventas importante. La utilización de instalaciones para el almacenamiento de soporte estacional, permite poner el inventario en diversos mercados junto a los clientes importantes justo antes de un periodo de ventas estacionales máximas. Por ejemplo, las empresas de fertilizantes conservan existencias en el lugar cerca de los granjeros antes de la temporada de cosecha. Después de esa temporada, es probable que reduzcan o eliminen dichas existencias en el lugar.

Conservación de existencias de la línea completa

Los fabricantes, mayoristas y minoristas siempre han utilizado los almacenes para guardar combinaciones del inventario de productos en previsión a los pedidos de los clientes. Los mayoristas y minoristas comunes proporcionan surtidos que representan varios productos de diferentes fabricantes. De hecho, estos almacenes proporcionan una capacidad de compra en un solo lugar, a partir de diversos fabricantes.

La diferencia entre los almacenes de soporte estacional y la conservación de existencias de la línea completa es el grado y la duración de la utilización del almacén. Una empresa que sigue una estrategia de almacenamiento de soporte estacional, mantiene temporalmente un estrecho surtido

TABLA 9.1
Servicios de valor agregado

<ul style="list-style-type: none"> • Recepción entrega inmediata/traslado de la carga • Devoluciones del cliente • Entrega a domicilio • Combinación en tránsito • Kanban • Preparación de conjuntos • Etiquetado/prerrotulación • Control de lotes • Personalización masiva/aplazamiento • Apoyo de la fabricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de pedidos • Recolección.empacado • Distribución en grupos • Reparación/renovación • Administración de contenedores retornables • Logística inversa • Aplicación de etiqueta RFID • Secuenciación/medición • Empacado de especialidades • Apoyo a tiendas/entrega directa en tiendas (direct store delivery, DSD)
---	---

de productos en una gran cantidad de almacenes durante un periodo limitado. El almacenamiento de línea completa suele limitarse a algunos lugares estratégicos y funciona todo el año. Los almacenes de conservación de existencias de la línea completa mejoran el servicio al reducir la cantidad de proveedores con los que un cliente debe tratar logísticamente. Los surtidos combinados también hacen económicos los embarques más grandes.

Servicios de valor agregado

La demanda de un servicio altamente personalizado ha transformado los almacenes modernos en instalaciones que se especializan en realizar **servicios de valor agregado**. Un servicio de valor agregado es cualquier trabajo que crea un valor más grande para los clientes. Este tipo de servicios cambia las características físicas o la configuración de los productos para presentarlos a los clientes en una manera única o personalizada. La tabla 9.1 proporciona una lista de los servicios de valor agregado más comunes.

Los almacenes pueden aplazar la configuración final del producto para terminar el empacado, el etiquetado e incluso una manufactura ligera. Por ejemplo, las verduras se procesan y enlatan dentro de **limpias** en las instalaciones de procesamiento. Las limpias son las latas sin etiquetas. Tener un inventario de limpias significa que el producto no está comprometido con clientes específicos ni con una configuración de cajas durante el procesamiento. Una vez que se recibe el pedido de un cliente específico, el almacén completa el etiquetado y el empacado. Los ejemplos del aplazamiento van desde el empacado de medicamentos hasta la personalización de aparatos electrodomésticos.

El aplazamiento aporta dos beneficios económicos. Primero, se minimiza el riesgo porque el empacado personalizado no se realiza antes de los pedidos del cliente o para atender una predicción. Segundo, se puede reducir el inventario total mediante el inventario del producto básico para apoyar los diversos requerimientos de etiquetado y empacado de los clientes. La combinación de menor riesgo y bajo inventario provoca una reducción en el costo total del servicio, incluso si el empacado que se realiza en el almacén es más costoso por unidad que si se realiza durante la manufactura.

Operaciones del almacén

Una vez determinada la misión de un almacén, la atención administrativa se concentra en establecer la operación. Un almacén típico contiene materiales, piezas y artículos terminados en movimiento. Las operaciones de almacén son el manejo y el almacenamiento. El objetivo es recibir el inventario de manera eficiente, guardarlo como se requiere, ensamblarlo en pedidos completos y hacer el embarque al cliente. Este énfasis en el flujo del producto convierte a un almacén moderno en una instalación de combinación de productos. Como tal, gran parte de la atención administrativa se interesa en diseñar operaciones que faciliten un manejo eficiente.

Manejo

Una primera consideración es la continuidad y la eficiencia del movimiento por el almacén. La continuidad del movimiento significa que es mejor que un empleado utilice el equipo de manejo para realizar movimientos más distantes que efectuar varios manejos cortos para conseguir el mismo desplazamiento general del inventario. Cuando los operarios intercambian productos o trasladan artículos de un equipo a otro, se desperdicia tiempo y aumenta la posibilidad de daño en los productos. Por lo tanto, como regla general, en el almacén se prefieren movimientos de manejo más prolongados. Los artículos, una vez en movimiento, deben trasladarse de manera continua hasta su destino final.

Las economías de escala justifican mover las cantidades o las cargas más grandes posibles. En vez de mover cajas individuales, los procedimientos de manejo deben diseñarse para mover cajas agrupadas sobre tarimas, secciones divisorias o contenedores.⁵ El objetivo general del manejo de materiales es clasificar los embarques que llegan en surtidos únicos para los clientes. Las tres principales actividades del manejo son la recepción, el manejo o la transferencia dentro del almacenamiento, y el embarque.

Recepción

Casi todos los productos y materiales llegan a los almacenes en embarques de cantidades grandes. La primera actividad del manejo es la descarga. En casi todos los almacenes, ésta se realiza de manera mecánica, mediante una combinación de montacargas, bandas transportadoras y procesos manuales. Cuando el flete se apila en el piso del tráiler, el procedimiento normal es poner manualmente los productos en tarimas o en una banda transportadora. Cuando llegan productos en unidades sobre tarimas o en contenedores, se utiliza un montacargas para moverlos del vehículo al andén. El principal beneficio de recibir cargas unitarias es la posibilidad de descargar con rapidez y liberar el equipo de transporte que llega.

Manejo en el almacenamiento

El manejo en el almacenamiento consiste en los movimientos que se realizan dentro del almacén. Después de la recepción y el movimiento a un lugar de preparación, el producto se mueve dentro de las instalaciones para almacenamiento o selección de pedidos. Por último, cuando se procesa un pedido es necesario seleccionar los productos requeridos y trasladarlos a un área de embarque. Estos dos tipos de manejo en el almacenamiento se denominan **transferencia y selección**.

Existen cuando menos dos, y a veces tres, movimientos de transferencia en un almacén común. Al principio, la mercancía se mueve del área de recepción a un lugar de almacenamiento. Este movimiento suele realizarse con un montacargas cuando se emplean tarimas, secciones divisorias o algún otro medio mecánico para los otros tipos de cargas unitarias. Se puede requerir un segundo movimiento interno antes de la conformación de una orden, dependiendo de los procedimientos operativos del almacén. Cuando las cargas unitarias se han separado para la selección de pedidos se suelen transferir del almacenamiento a un área de selección de pedidos. En los casos en que los productos son grandes, como los aparatos electrodomésticos, puede no ser necesario este movimiento intermedio a un área de recolección. Dichos productos suelen seleccionarse del área de almacenamiento y trasladarse directamente al área de preparación del embarque; esta área está junto a los andenes de embarque. En los almacenes de selección de pedidos, el pedido consolidado del cliente se transfiere del área de selección al área de preparación del embarque. Es normal que el manejo en el almacenamiento implique mover volúmenes más pequeños que los recibidos, pero todavía de productos relativamente similares.

La selección de pedidos es una de las principales actividades de manejo dentro de los almacenes. El proceso de selección requiere que los materiales, las piezas y los productos se agrupen para facilitar la consolidación de un pedido. Es normal que un área del almacén se designe como área de selección o recolección para la preparación de pedidos. Para cada pedido debe seleccionarse y empacarse la combinación de productos que cumpla los requerimientos específicos del pedido de un cliente.

⁵Los tipos específicos de equipo de manejo, tarimas y equipo para preparación de unidades se analizan en el capítulo 10.

Embarque

Consiste en verificar el pedido y cargarlo en el equipo de transporte. Igual que en la recepción, las empresas de este giro usan bandas transportadoras y equipo de manejo de materiales en cargas unitarias, como los montacargas, para mover los productos desde el área de preparación al remolque o al contenedor. Comparado con la recepción, el embarque desde el almacén debe atender movimientos de relativamente bajo volumen de una mezcla de productos, lo cual reduce la posibilidad de economías de escala. El embarque de cargas unitarias es cada vez más popular porque se ahorra bastante tiempo en la carga del vehículo. Una carga unitaria consiste en el producto separado en unidades o en tarimas. Para facilitar la carga y la posterior descarga después de la entrega, muchos clientes solicitan que los proveedores proporcionen combinaciones del producto dentro de un remolque o en una tarima. La alternativa es acumular el producto en el piso del vehículo. Suele ser necesario verificar el contenido del embarque cuando cambia la propiedad del producto. La verificación se puede limitar a un simple conteo de cajas o una revisión pieza por pieza de la marca y el tamaño adecuados y, en algunos casos, los números de serie para comprobar la exactitud del embarque. Los tráileres se suelen sellar al momento de completar la carga y destinarla para embarque. El sello sirve para corroborar que el contenido no se altera durante el tránsito. Una comprobación de que los sellos no se han violado se ha vuelto un factor muy importante para la seguridad a partir del 11 de septiembre de 2001.⁶

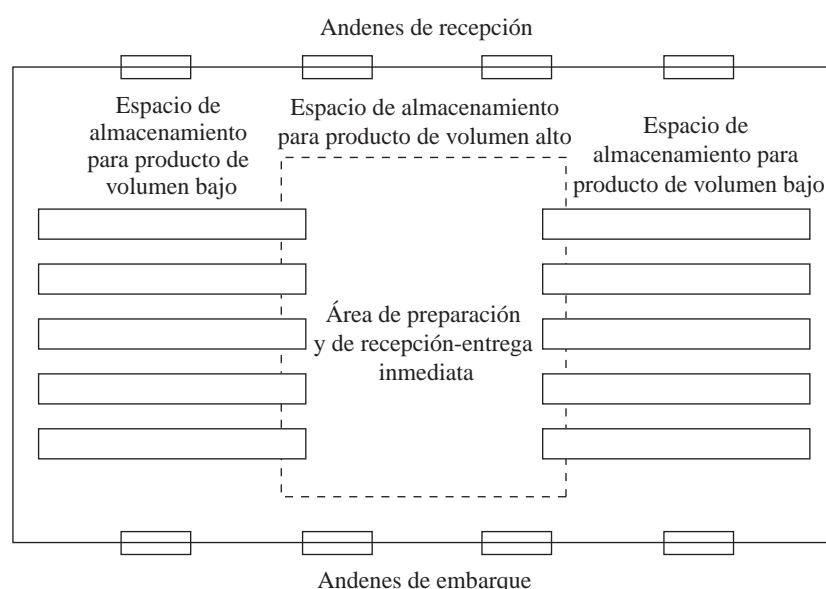
Almacenamiento

Al planificar la disposición de un almacén, es esencial que se asignen lugares específicos a los productos, llamados **cajones**, con base en sus características individuales. Las variables más importantes de los productos para considerar en un plan de asignación de cajones son los requerimientos de velocidad, peso y almacenamiento especial de los productos.

La velocidad de un producto es el factor más importante que dirige la disposición del almacén. Los productos con un volumen alto deben ubicarse de modo que minimicen la distancia de los movimientos. Por ejemplo, los productos con velocidad alta deben colocarse cerca de las puertas, los pasillos principales y los niveles más bajos de los anaqueles de almacenamiento. Dichas posiciones minimizan el manejo y evitan izar los productos. Por otra parte, se suelen asignar posiciones más alejadas de los pasillos principales y en los anaqueles más altos a los productos con un volumen bajo. La figura 9.3 ilustra un plan de almacenamiento basado en la velocidad de movimiento de los productos.

⁶ Consulte el capítulo 12.

FIGURA 9.3
Un plan de almacenamiento basado en la velocidad de movimiento de los productos



Asimismo, el plan de almacenamiento debe tomar en consideración el peso y las características especiales del producto. Debe asignarse un lugar cerca del piso a los artículos relativamente pesados para evitar izarlos. Los productos voluminosos o de baja densidad requieren espacio por unidad de volumen. El espacio de piso a lo largo de los muros exteriores es ideal para tales artículos. Por otra parte, los artículos más pequeños pueden requerir gabinetes, recipientes o cajones. El plan de almacenamiento integrado debe considerar las características de los productos individuales.

Un almacén típico participa en una combinación de alternativas de almacenamiento **activo** y **extendido** del producto. Los almacenes que atienden directamente a los clientes se concentran en el almacenamiento activo a corto plazo. En contraste, otros almacenes emplean el almacenamiento extendido para un inventario especulativo, estacional, u obsoleto. Al controlar y medir las operaciones del almacén, es importante diferenciar los requerimientos relativos y las capacidades de desempeño del almacenamiento activo y extendido.

Almacenamiento activo

Sin tomar en cuenta la velocidad del inventario, casi todos los artículos deben guardarse cuando menos un breve tiempo. El almacenamiento para el reabasto básico del inventario se denomina almacenamiento activo. Éste debe proporcionar un inventario suficiente para cubrir las demandas periódicas del área de servicio. La necesidad del almacenamiento activo se relaciona con la capacidad de lograr economías de escala en el transporte o el manejo. Para el almacenamiento activo, los procesos y las tecnologías de manejo de materiales deben concentrarse en el movimiento rápido y la flexibilidad, al igual que considerar un mínimo de almacenamiento extendido y denso.

El concepto del almacenamiento activo incluye la **distribución en el sentido del flujo** o **por todos los andenes**, la cual emplea los almacenes para consolidación y surtido, mientras conserva un mínimo o ningún inventario en almacenamiento. La necesidad resultante de un inventario reducido favorece las técnicas en el sentido del flujo y desalienta el almacenamiento. La distribución en el sentido del flujo es más adecuada para productos con alto volumen y rápido desplazamiento en donde las cantidades son razonablemente predecibles. Aunque la distribución en el sentido del flujo aplica una demanda mínima en los requerimientos de almacenamiento, requiere que el producto se descargue, se separe, se agrupe y se secuestre con rapidez de acuerdo con los surtidos del cliente, y se vuelva a cargar en el equipo de transporte. Como resultado, el énfasis en el manejo de materiales está en el movimiento rápido dirigido por una información precisa.

Almacenamiento extendido

Cuando se conserva el inventario por períodos más grandes que los requeridos para el reabasto normal de las existencias del cliente, se denomina **almacenamiento extendido**. En algunas situaciones especiales, se puede requerir un almacenamiento durante varios meses antes del embarque al cliente. El almacenamiento extendido emplea procesos y tecnologías de manejo de materiales que se concentran en una máxima utilización del espacio y una mínima necesidad de acceso rápido.

Un almacén puede ser utilizado para almacenamiento extendido por varias razones. Algunos productos, como los artículos estacionales, requieren que el almacenamiento espere la demanda o que extienda el suministro durante un período. Otras razones para el almacenamiento extendido son los artículos con demanda errática, el acondicionamiento de los productos, las compras especulativas y los descuentos.

El acondicionamiento del producto requiere en ocasiones un almacenamiento extendido, por ejemplo, para que maduren las frutas. Los almacenes para alimentos suelen tener salas de maduración para conservar los productos hasta que alcanzan una calidad óptima. El almacenamiento también puede ser necesario para revisiones extensas de la calidad.

Los almacenes también conservan los productos durante un tiempo cuando se requieren de manera especulativa. La magnitud de la compra especulativa depende de los materiales y las industrias específicas, pero es muy común en la mercadotecnia de mercancías y artículos estacionales. Por ejemplo, si se espera un aumento en el precio de un artículo, a menudo una empresa compra con anticipación al precio actual y lo almacena para utilizarlo después. En este caso, el descuento o ahorro debe compararse contra el almacenamiento extendido y el costo de mantener el inventario. Las mercancías como los granos, el petróleo y la madera se compran y se guardan por razones especulativas.

El almacén también se utiliza para aprovechar los descuentos especiales. Una compra anticipada o un descuento por compra anticipada justifican el almacenamiento extendido. El gerente de compras puede conseguir una reducción sustancial del precio durante una época específica del año. Bajo tales condiciones, se espera que el almacén mantenga un inventario en exceso en el almacenamiento activo. Los fabricantes de fertilizantes, juguetes y muebles para jardines, suelen intentar modificar la carga del almacenamiento para los clientes al ofrecer ofertas de las existencias del almacén fuera de temporada.

Disposiciones de propiedad del almacén

Los almacenes suelen clasificarse con base en la propiedad. Un almacén **privado** es operado por la empresa que posee la mercancía que se maneja y se guarda en la instalación. En contraste, un almacén **público** es operado por una empresa independiente que ofrece diversos servicios contratados, como almacenamiento, manejo y transporte. Los operadores de almacenes públicos ofrecen a los clientes un menú de servicios relativamente estandarizados. El **almacenamiento por contrato**, el cual es una extensión personalizada del almacenamiento público, combina los beneficios del almacenamiento privado y público. El almacenamiento por contrato es una disposición de negocios a largo plazo que proporciona servicios logísticos únicos o personalizados para una cantidad limitada de clientes. El cliente y el operador del almacén suelen compartir los riesgos asociados con la operación. Las diferencias importantes entre los operadores de almacenes públicos y contratados son la duración prevista de la relación, el grado de servicios personalizados o exclusivos, y la incorporación compartida de los beneficios y los riesgos.

Privados

Un almacén privado es operado por la empresa propietaria del producto. Sin embargo, el edificio puede ser arrendado o propio. En esencia, la decisión sobre la propiedad o el arrendamiento es financiera. A veces no es posible encontrar un almacén para arrendamiento que se ajuste a los requerimientos logísticos especializados; por ejemplo, la naturaleza física de un almacén disponible, como los edificios con anaqueles de almacenamiento inadecuados o con restricciones en los andenes de recepción/embarque o en las columnas de apoyo, tal vez no permita un manejo eficiente de materiales. El único curso de acción conveniente puede ser diseñar y emprender una construcción nueva.

Los beneficios principales del almacenamiento privado son el control, la flexibilidad, el costo y varios intangibles. Los almacenes privados ofrecen bastante control porque la administración tiene la autoridad para priorizar las actividades. Dicho control facilita la integración de las operaciones del almacén con el equilibrio de las operaciones logísticas de una empresa.

Los almacenes privados ofrecen más flexibilidad porque las políticas operativas, las horas y los procedimientos se ajustan para cumplir los requerimientos específicos de los clientes y los productos. Las empresas con clientes o productos muy especializados suelen tener la motivación para poseer y operar almacenes.

El almacenamiento privado suele considerarse menos costoso que el público porque las instalaciones privadas no son operadas en busca de una ganancia. Como resultado, los componentes de costos fijos y variables de un almacén privado son más bajos que sus contrapartes contratadas.

Por último, el almacenamiento privado puede ofrecer beneficios intangibles. Un almacén privado, con el nombre de la empresa en un lugar visible, estimula las percepciones de los clientes acerca de la capacidad de respuesta y la estabilidad. Esta percepción proporciona una imagen para la mercadotecnia mejor que la de los competidores.

A pesar de los beneficios señalados, ha disminuido la utilización del almacenamiento privado debido a un creciente interés administrativo en reducir el capital invertido en el activo logístico. Asimismo, el beneficio de costo percibido del almacenamiento privado puede ser compensado por la capacidad del almacén público para alcanzar economías de escala operativas y de alcance como resultado de la productividad combinada de varios clientes.

Públicos

Este tipo de almacenes se utiliza mucho en los sistemas logísticos. Casi cualquier combinación de servicios puede contratarse para corto o largo plazos. Los almacenes públicos se clasifican con base en la especialización operativa como: 1) de mercancía general, 2) refrigerados, 3) de mercancías especiales, 4) de despacho aduanero, y 5) de artículos y muebles para el hogar.

Los almacenes de mercancía general están diseñados para manejar productos empacados como equipo electrónico, papel, alimentos, aparatos pequeños y suministros para el hogar. La capacidad de enfriamiento o congelamiento de los almacenes refrigerados o cámaras frigoríficas, se ha diseñado para proteger alimentos, medicinas, material fotográfico y productos químicos que requieren temperaturas especiales. Los almacenes de mercancías especiales están diseñados para manejar material o artículos a granel que requieren un manejo especial, como neumáticos o ropa. Los almacenes de despacho aduanero tienen una concesión del gobierno para guardar artículos antes del pago de impuestos o aranceles de importación/exportación. Ejercen un estricto control sobre los movimientos de entrada y salida de la instalación, los cuales deben acompañarse por documentos. Por último, los almacenes de artículos y muebles para el hogar se especializan en el manejo y el almacenamiento de artículos grandes y voluminosos como los aparatos para el hogar y los muebles. Por supuesto, muchos almacenes públicos ofrecen una combinación de servicios. Los almacenes públicos proporcionan flexibilidad y los beneficios compartidos de los servicios. Pueden ofrecer experiencia operativa y administrativa porque son sus actividades principales.

Desde una perspectiva financiera, el almacenamiento público puede lograr un costo operativo más bajo que las instalaciones privadas. Ese diferencial de costo variable puede producir escalas de sueldos más bajas, mejor productividad y gastos generales compartidos entre los clientes. Los almacenes públicos no suelen requerir inversión de capital por parte de los clientes. Cuando se considera que el desempeño administrativo va de acuerdo con el retorno sobre la inversión, la utilización de un almacenamiento público es una alternativa atractiva. El almacenamiento público ofrece flexibilidad de tamaño y de cantidad de almacenes, lo cual permite a los usuarios responder a las demandas estacionales, de los proveedores y de los clientes. En comparación, los almacenes privados son relativamente fijos y difíciles de cambiar porque es necesario construir, ampliar o vender los edificios.

El almacenamiento público también puede permitir compartir las economías de escala porque integra los requerimientos combinados de los usuarios. Dicha integración divide los costos fijos y puede justificar la inversión en un equipo de manejo más moderno. Un almacén público también integra el transporte al proporcionar una consolidación del flete de varios clientes. Por ejemplo, en vez de requerir que el proveedor A y el proveedor B entreguen a una tienda minorista desde su propio almacén, un almacén público que atiende a ambos clientes puede preparar una entrega combinada y con ello proporcionar un costo de transporte reducido para el cliente.

Muchas empresas utilizan almacenes públicos para la atención al cliente debido al costo variable, la facilidad para cambiar la escala, el rango de servicios y la flexibilidad. Un almacén público cobra a los clientes una tarifa básica para el manejo y el almacenamiento de entrada y salida. En el caso del manejo, el cobro se realiza con base en las cajas o el peso desplazado. Para el almacenamiento, el cobro se realiza sobre las cajas o el peso guardados durante un periodo. Los precios de los servicios especiales o de valor agregado que proporcionan los almacenes públicos se suelen negociar para cada caso.

Contratados

El almacenamiento por contrato combina características de las operaciones privadas y públicas. Una relación contractual a largo plazo suele generar un costo total más bajo que un almacenamiento público. Al mismo tiempo, las operaciones de almacén por contrato pueden proporcionar los beneficios de la experiencia, flexibilidad, capacidad de cambio de escala y economías de escala al compartir los recursos de administración, mano de obra, equipo, control del inventario y recursos de información cruzada con múltiples clientes.

El almacenamiento por contrato normalmente ofrece un rango de servicios logísticos como administración del transporte, control de inventario, procesamiento de pedidos, servicio al cliente

y procesamiento de la mercancía devuelta. Las empresas logísticas por contrato, denominadas proveedores de servicios integrados (ISP), pueden realizar toda la responsabilidad logística para una organización.

Por ejemplo, Kraft Foods ha utilizado cada vez más almacenamiento por contrato en reemplazo de instalaciones públicas y privadas para artículos congelados y secos. Desde fines de la década de 1990, Kraft ha empleado a AmeriCold Logistics, una compañía de servicios integrados de almacenamiento y distribución, para realizar el almacenamiento, el manejo y la distribución de servicios. Esta disposición tiene varios beneficios para ambas partes. El acuerdo contractual a largo plazo permite a Kraft expandir su red de distribución sin dedicar tiempos y costos para una expansión con edificios. Kraft tiene la seguridad de que siempre tendrá espacio para productos nuevos, de modo que su red de distribución está protegida. AmeriCold no se preocupa por vender espacio a Kraft. Además, entre más tiempo utilice Kraft los servicios de AmeriCold, mejor puede comprender la empresa de almacenamiento las necesidades empresariales y proporcionar servicios especializados.

Despliegue de la red

Como cabe esperar, muchas empresas utilizan una combinación de instalaciones privadas, públicas y por contrato.⁷ Rara vez se utiliza el almacén completo durante un año. Como pauta administrativa, un almacén normal se utiliza completo entre 75 y 85% del tiempo; de modo que entre 15 y 25% del tiempo no se utiliza el espacio necesario para satisfacer los requerimientos máximos. En tales situaciones, se utiliza una estrategia de despliegue de almacenes privados y por contrato para cubrir el requerimiento de 75%; en tanto que se utilizan instalaciones públicas para atender la demanda máxima.

Para desarrollar una estrategia de red de almacenes es necesario responder dos preguntas fundamentales. La primera es cuántos almacenes deben establecerse.⁸ La segunda pregunta se relaciona con el tipo de propiedad de almacén que debe utilizarse en mercados específicos. Para muchas empresas, la respuesta es una combinación de las alternativas de almacenamiento, diferenciada por los clientes y los productos. De manera específica, se atiende mejor a ciertos grupos de clientes desde un almacén privado, mientras que los almacenes públicos o por contrato son adecuados para otros. Esta segmentación del almacén es cada vez más popular porque los clientes importantes requieren servicios y capacidades de valor agregado más personalizados.

Decisiones del almacén

El concepto básico de que los almacenes proporcionan un espacio para el almacenamiento y el manejo de materiales requiere un análisis detallado antes de determinar el tamaño, el tipo y la forma de la instalación. Esta sección repasa los problemas de planificación que establecen el carácter del almacén, lo cual a su vez determina la eficiencia alcanzable.

Elección de la ubicación

La primera tarea es identificar la ubicación general y después específica del almacén. El área general se refiere a la geografía en donde tiene sentido establecer un almacén desde una perspectiva de servicios, económica y estratégica. La pregunta general enfocada por el área geográfica amplia se ilustra mediante la necesidad de ubicar un almacén en el Medio Oeste, lo cual generalmente implica tener una instalación en Illinois, Indiana o Wisconsin. En contraste, un minorista como Target o Home Depot prefiere ubicar un almacén en el centro de una cantidad predeterminada de ubicaciones de tiendas minoristas. Por lo tanto, la selección y la cantidad de tiendas dirigen el emplazamiento del almacén de apoyo.

⁷ Para un análisis pormenorizado de la utilización estratégica del almacenamiento, consulte Ken Ackerman, *Warehousing Profitability: A Manager's Guide*, Columbus, OH; Ackerman Publications, 2000.

⁸ El proceso general se analiza con mayor detalle en el capítulo 11.

Una vez determinada la ubicación del almacén general, debe identificarse un sitio específico del edificio. Las áreas normales en una comunidad para ubicar almacenes son los desarrollos comerciales y las áreas suburbanas. Los factores que dirigen la elección de la ubicación son la disponibilidad de servicios y el costo. El costo del terreno es el factor más importante. No es necesario ubicar un almacén en un área industrial importante. En muchas ciudades, los almacenes están entre las instalaciones industriales y en zonas para la industria ligera o pesada. Casi todos los almacenes operan legalmente bajo las restricciones de la propiedad comercial general.

Más allá del costo de adquisición, de la instalación y los gastos operativos como el acceso de transporte, es necesario evaluar los sistemas de servicios generales, los impuestos y las tasas de seguros. El costo de los servicios esenciales puede variar mucho entre dos ubicaciones. Por ejemplo, una empresa de distribución de alimentos rechazó hace poco lo que parecía ser una ubicación totalmente satisfactoria para el almacén debido a las tasas de seguro previstas. El lugar estaba situado al final de la tubería de agua principal. Durante casi todo el día, existía una presión de agua adecuada para manejar los requerimientos operativos y de emergencia. Sin embargo, era posible que ocurriera un problema con el agua durante dos breves períodos al día. De 6:30 a.m. a 8:30 a.m. y de 5:00 p.m. a 7:00 p.m. la demanda general por la línea era tan grande que no existía una presión suficiente para manejar las emergencias. A causa de esta deficiencia, se requerían tasas de seguros anormalmente altas y el sitio fue rechazado.

Deben satisfacerse varios requerimientos antes de adquirir una ubicación. El lugar debe ofrecer un espacio adecuado para una expansión y deben estar disponibles los servicios generales necesarios. El suelo debe ser capaz de soportar la estructura. El sitio debe estar lo bastante alto para permitir un drenaje adecuado. Es posible que existan requerimientos adicionales, dependiendo de la estructura que se va a construir. Por éstas y otras razones, la elección final del emplazamiento debe ser precedida por un análisis detallado.⁹

Diseño

El diseño del almacén debe considerar las características del movimiento de productos. Tres factores que se determinan durante el proceso de diseño son la cantidad de pisos que debe incluir la instalación, un plan de utilización del espacio cúbico y el flujo de productos.

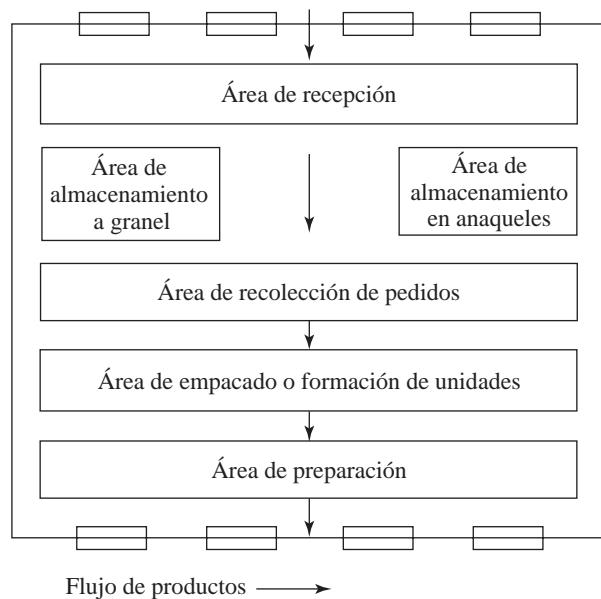
El diseño ideal de un almacén es un edificio de un piso que elimine la necesidad de mover productos en forma vertical. La utilización de dispositivos de manejo vertical, como elevadores y bandas transportadoras para mover productos de un piso a otro requiere tiempo, energía y suele crear atascos en el manejo. Por lo tanto, aunque no siempre es posible, sobre todo en distritos de negocios en donde el terreno es restringido o costoso, como regla general los almacenes de distribución deben diseñarse de un solo piso para facilitar el manejo de materiales.

El diseño del almacén debe maximizar la utilización del espacio cúbico. Casi todos los almacenes se diseñan con techos de 6 a 9 metros de altura, aunque el equipo de manejo automatizado y de elevación puede requerir alturas de más de 30 metros. La altura máxima eficaz de un almacén está limitada por las capacidades de elevación segura del equipo de manejo de materiales (como los montacargas), el diseño de los anaqueles y las regulaciones de protección contra incendios impuestas por los sistemas aspersores.

El diseño del almacén debe facilitar el flujo continuo y directo de los productos por el edificio. No importa que el producto se mueva dentro del almacén o se efectúe una recepción-entrega inmediata. En general, esto significa que el producto debe recibirse en un extremo del almacén, guardarse en la zona intermedia y embarcarse en el otro extremo. La figura 9.4 ilustra el flujo en línea recta de productos que facilita la velocidad, al mismo tiempo que minimiza la congestión y el manejo redundante.

⁹ Perry A. Trunick, "All the Right Moves", *Logistics Today*, noviembre de 2003, pp. 38-40.

FIGURA 9.4
Diseño básico de un almacén



Análisis de la mezcla de productos

Un área importante es el análisis de productos que se distribuirán por el almacén. El diseño y la operación de un almacén dependen de la mezcla de productos o cada producto debe analizarse en términos de ventas anuales, demanda, peso, espacio cúbico y empacado. También es importante determinar el tamaño total, el espacio cúbico y el peso del pedido promedio que se procesa en el almacén. Estos datos aportan la información necesaria para determinar el espacio del almacén, el diseño y la distribución, el equipo de manejo de materiales, los procedimientos operativos y los controles.

Expansión

Debido a que los almacenes son cada vez más importantes en las redes de la cadena de suministro, su expansión futura debe considerarse durante la fase inicial de planificación. Es común establecer planes de expansión de cinco a 10 años. Una posible expansión justifica comprar o reservar una ubicación de tres a cinco veces más grande que lo requerido para apoyar la construcción inicial.

El diseño del edificio también debe atender la expansión futura. Algunos muros pueden construirse con materiales semipermanentes para permitir un retiro rápido. Las áreas de pisos, diseñadas para apoyar los movimientos pesados, se pueden extender durante la construcción inicial para facilitar la expansión.

Manejo de materiales

Un sistema de manejo de materiales es el principal impulsor del diseño de un almacén. Como ya se señaló, las principales funciones de un almacén son el movimiento y el surtido de productos. Por lo tanto, el almacén se considera una estructura diseñada para facilitar el flujo eficiente de productos. Es importante insistir en que el sistema de manejo de materiales debe elegirse al principio del proceso de desarrollo del almacén. El equipo y la tecnología de manejo de materiales se analizan en el capítulo 10.

Layout

El layout o áreas de almacenamiento de un almacén deben planificarse para facilitar el flujo de productos. La disposición y el sistema de manejo de materiales están muy integrados. Además, debe ponerse atención especial en la ubicación, la cantidad y el diseño de los andenes de recepción y carga.

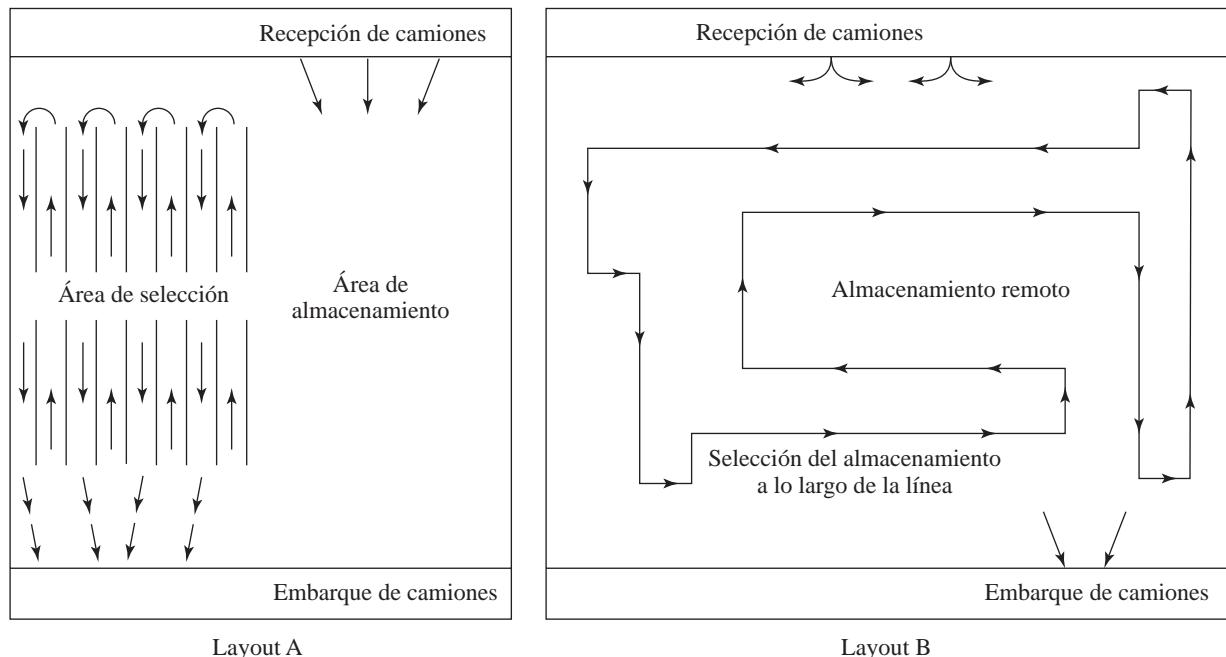
Es difícil plantear un layout general de un almacén porque suele personalizarse para atender requerimientos específicos de manejo de productos. Si se utilizan tarimas, un paso inicial es determinar el tamaño adecuado. Para productos especializados puede ser aconsejable una tarima con un tamaño no estándar. Los tamaños más comunes de tarimas son 40×48 pulgadas y 32×40 pulgadas. En general, entre más grande es la carga de la tarima, más bajo es el costo de movimiento por kilogramo o paquete por una distancia determinada. Un operario de montacargas puede mover una carga grande en el mismo tiempo y con el mismo esfuerzo requerido para mover una carga más pequeña. El análisis de las cajas de productos, los esquemas de apilamiento y las prácticas de la industria determinan el tamaño de tarima más conveniente para la operación. Sin tomar en cuenta el tamaño elegido al final, la administración debe adoptar un solo tamaño de tarima para utilizarlo por todo el almacén.

El segundo paso al planificar la disposición del almacén tiene que ver con el posicionamiento de las tarimas. La práctica más común es colocar las tarimas a 90 grados o en ángulo recto. Este posicionamiento se utiliza mucho debido a que es de fácil ubicación. La colocación en ángulo recto significa que la tarima se ubica perpendicular al pasillo. La colocación de productos específicos en lugares seleccionados de tarimas se denomina **asignación de cajones**. Por supuesto, para un layout eficiente es fundamental un plan bien desarrollado de asignación de cajones.¹⁰

Por último, el equipo de manejo debe integrarse para finalizar el layout. La ruta y el tiempo del flujo de productos dependen del sistema de manejo de materiales. Para ilustrar la relación entre el manejo de materiales y el layout, la figura 9.5 presenta dos sistemas y sus respectivos layouts. Estos ejemplos representan dos de los muchos layouts posibles.

El layout A ilustra una disposición y un sistema de manejo de materiales que utilizan montacargas para introducir y para transferir el inventario, y tractores con remolque para la selección de pedidos. Este escenario supone que los productos pueden manejarse en tarimas. Esta disposición está muy simplificada porque se omiten las oficinas, las áreas especiales y otros detalles.

FIGURA 9.5 Los layouts (las disposiciones) A y B



¹⁰Helen L. Richardson, "Getting Your Warehouse in Order", *Logistics Today*, octubre de 2003, pp. 38-42.

El plano del piso de layout A es aproximadamente cuadrado. Los defensores del diseño cuadrado sienten que proporciona la mejor estructura para la eficiencia operativa general. Como ya se indicó en este capítulo, los productos deben posicionarse en un área específica del almacén para la selección de pedidos. Esto sucede en la disposición A. Aquí se denomina **área de selección o de recolección**. Su propósito principal es minimizar la distancia que deben recorrer quienes recolectan los pedidos.

El área de selección es apoyada por un **área de almacenamiento**. Cuando se reciben los productos se mueven al área de almacenamiento. El área de selección se reabastece desde el almacenamiento cuando se requiere. Dentro del área de selección, los productos se posicionan según su peso, volumen, y velocidad de reabasto para minimizar el movimiento hacia el exterior. Un selector de pedidos integra los pedidos de los clientes con un remolque a través el área de selección. Las flechas en la disposición A indican el flujo de la selección de productos.

El layout B ilustra un sistema de manejo de materiales que utiliza montacargas para introducir y transferir los productos. Se emplea un cable de remolque para la selección de pedidos. El plano del piso en el layout B es rectangular. En un sistema que utiliza una línea de remolque de movimiento continuo, el área de selección compacta es reemplazada por la selección de pedidos directamente del almacenamiento. Los productos se mueven de las áreas de recepción a las posiciones de almacenamiento junto a la línea de remolque. Después se seleccionan los pedidos directamente del almacenamiento y se cargan en transportes individuales, los cuales son impulsados por el almacén mediante la línea de remolque. La mercancía se almacena o se posiciona para minimizar los movimientos hacia adentro. La debilidad de la línea de remolque fija es que facilita la selección de todos los productos en una misma velocidad y frecuencia y no considera las necesidades especiales de los productos de alta velocidad. Las flechas en la disposición B indican los movimientos principales de los productos. La línea en el centro de la disposición ilustra la ruta de la línea de remolque.

Como ya se señaló, los layouts A y B están muy simplificados. El propósito es ilustrar los métodos muy diferentes que han desarrollado los administradores para conciliar la relación entre el manejo de materiales y la disposición del almacén.

Determinación del tamaño

Existen varias técnicas que ayudan a calcular el tamaño de un almacén. Cada método comienza con una proyección del volumen total que se espera mover dentro de éste durante un periodo determinado. La proyección se utiliza para estimar existencias básicas y de seguridad para cada producto que se va a guardar en el almacén. Algunas técnicas consideran un inventario normal y máximo. Si no se consideran las tasas de utilización, el tamaño del almacén puede ser excesivo. Sin embargo, es importante observar que una queja recurrente de los administradores de almacenes es que se calculan con insuficiencia los requerimientos de tamaño. Una buena regla práctica es incorporar 10% de espacio adicional para considerar el aumento en el volumen, los productos nuevos y las nuevas oportunidades de negocios.

Sistemas de administración del almacén (Warehouse Management Systems, WMS)

El desarrollo de los procedimientos de trabajo va muy de la mano con capacitar al personal del almacén. Casi todas las empresas dependen de un sistema de administración del almacén (WMS) para estandarizar los procedimientos de trabajo y estimular una mejor práctica.¹¹ Una responsabilidad de la administración es ver que todo el personal comprenda y utilice estos procedimientos.¹²

Uno de los usos principales de un WMS es coordinar la selección de pedidos. Dos métodos básicos de selección de pedidos son la **selección discreta** y la **selección por ondas**, también conocida como **selección por lotes**. En la selección discreta se elige el pedido de un cliente específico y se prepara para embarque como una tarea de trabajo definida; además, se emplea cuando son muy importantes la selección del contenido y el manejo del pedido.

¹¹ Christopher R. Barnes, "Warehouse Management", *WERC*, 2004, pp. 1-58.

¹² "WMS and Warehouse Productivity", *WERC Watch*, diciembre de 2003, pp. 1-7.

La selección por ondas se diseña y opera de diversos modos. Un área del almacén coordina una onda en donde se selecciona al mismo tiempo todas las cantidades requeridas de productos para completar los pedidos del cliente. Con este tipo de selección por ondas, se asigna a los empleados la responsabilidad de una porción específica del almacén. También se planifican ondas alrededor de un destino de embarque y/o transportista específico, por ejemplo, todos los embarques de UPS para la Costa Este. Debido a que cada empleado tiene un conocimiento detallado de un área de selección o un procedimiento específico del almacén, con este sistema ocurren menos errores de selección.

El WMS también coordina los procedimientos de trabajo importantes para recepción y embarque. Son fundamentales los procedimientos establecidos para recibir y asegurar que un producto ingrese en los registros del inventario. Si se utilizan tarimas, la mercancía debe apilarse en esquemas adecuados para asegurar la máxima estabilidad de la carga y facilitar la cuenta de unidades. El personal que trabaja en embarques debe conocer las prácticas para cargar los remolques. En tipos específicos de operaciones, sobre todo cuando cambia la propiedad de la mercancía, los artículos deben revisarse durante la carga.

Los procedimientos de trabajo no están limitados al personal de piso. Éstos deben establecerse para la realización de la administración y el mantenimiento. El reabasto del inventario del almacén puede provocar problemas operativos si no existen procedimientos adecuados para la realización de los pedidos. Normalmente, existe una interacción limitada entre los compradores y el personal del almacén, aunque dicha comunicación mejora con las organizaciones que tienen una administración integrada de la cadena de suministro. Los compradores tienden a adquirir las cantidades que les permiten un mejor precio y prestan poca atención a aquellas que sean compatibles con las tarimas o al espacio disponible en el almacén.

Lo ideal es que los compradores se coordinen con el personal del almacén, antes de consignar pedidos grandes o introducir productos nuevos. La experiencia de algunas compañías ha obligado a que la administración pida a los compradores que determinen con anticipación la asignación de espacio en el almacén antes de hacer un pedido. Otro problema posible es la cantidad de cajas solicitada. La meta es comprar en cantidades que sean múltiplos de las tarimas. Por ejemplo, si es ideal que un producto se apile en tarimas con 50 productos, el comprador debe hacer un pedido en múltiplos de 50. Si se hace un pedido por 120 artículos, se llenarán dos tarimas más 20 en una tercera tarima. Los 20 artículos adicionales requerirán el espacio cúbico que se utiliza para una tarima de 50 y se requerirá la misma cantidad de capacidad de manejo de materiales para moverlos.

La figura 9.6 ilustra la diversidad de las actividades coordinadas mediante un WMS avanzado. Antes, las funciones de un sistema de almacén se concentraban en recibir los embarques de reabasto, consumir las existencias y seleccionar los pedidos. La figura 9.6 también muestra otras actividades estándar que solían clasificarse en la categoría de *funciones principales*. En la actualidad los almacenes deben ofrecer una variedad más amplia de servicios porque suelen realizar a menudo un aplazamiento de forma. También se requiere que administren más inventario justo a tiempo. La figura 9.6 presenta algunas actividades señaladas como *funciones avanzadas*. La administración del patio, que se llega a considerar una función del sistema de administración del transporte (TMS) de la empresa, se refiere al proceso de administrar los vehículos y el inventario dentro de éstos mientras están en el patio del almacén. Una rotación más rápida del inventario requiere una mejor visibilidad del mismo, incluso cuando está en los vehículos de transporte. La administración de la mano de obra trata de maximizar la utilización de la mano de obra del almacén. En otras épocas, esta última era muy especializada y permitía una planificación relativamente fácil. Sin embargo, en la actualidad se espera que la mano de obra del almacén realice una variedad de actividades más amplia para minimizar el número de empleados necesarios en cualquier momento específico. La optimización del almacén se refiere a elegir la mejor ubicación dentro del almacén para almacenar y recuperar productos con un mínimo de tiempo y movimiento. Los *servicios de valor agregado* sirven para coordinar las actividades del almacén con el fin de personalizar los productos, como el empacado, el etiquetado, la formación de conjuntos y la preparación de exhibidores. La recepción-entrega inmediata y la fusión planificada son la integración de dos o más piezas del pedido de un cliente que se han suministrado desde un origen diferente sin mantener un inventario. Esta estrategia se emplea a veces en la industria de computadoras personales para fusionar una unidad de procesamiento y la pantalla en un almacén justo antes de su entrega al cliente final. Como no existe un

FIGURA 9.6
Funciones del sistema de administración del almacén

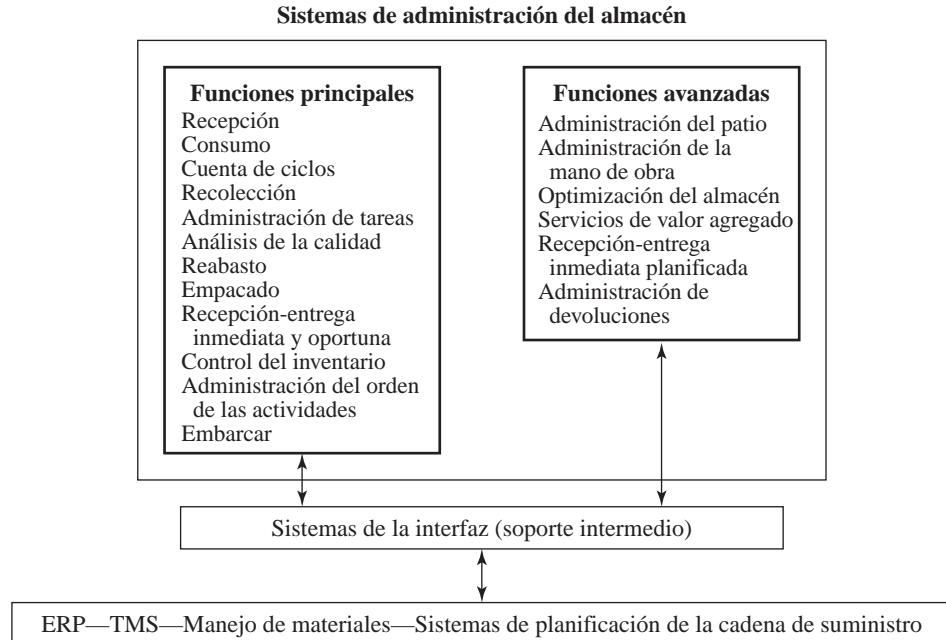


TABLA 9.2
Las funciones de un WMS y el apoyo de decisiones

Fuente: Reproducido con autorización de Bowersox y otros, "RFID Applications Within The Four Walls of a Consumer Package Goods Warehouse", de un documento de trabajo sobre la mercadotecnia y la cadena de suministro, Michigan State University, 2005.

Función seleccionada	Beneficios para el apoyo de decisiones
Consumo	Mejor productividad y utilización del espacio cúbico.
Intercalar tareas	Direccionamiento de los montacargas sobre demanda, en contraste con tareas, áreas o secuencias asignadas de manera predeterminada.
Recolección/reabasto	Recolección directa de uno o varios lugares, incluso para asegurar el cumplimiento de las fechas de caducidad. Facilitar el reabasto de los inventarios de los lugares de recolección, cuando resulta adecuado.
Inserción en cajones	Asignación variable de cajones o ubicaciones de productos para mejorar la utilización del espacio.
Recepción-entrega inmediata	Facilitar la recepción directa para el flujo de los embarques.
Visibilidad del inventario	Dar seguimiento a lotes específicos del inventario por ubicación en el almacén, al igual que tener visibilidad diaria de las recepciones. Control de lotes en fechas específicas.
Solución de la cola de trabajo	Identificación de modos alternos para resolver con rapidez o eficiencia las restricciones o las colas en el trabajo.
Estrategia de recolección	Rutinas para realizar las estrategias de recolección seleccionadas.
Corrección de errores	La capacidad para identificar, resolver y corregir errores de datos en tiempo real.
	La capacidad para identificar y resolver las diferencias en los pedidos de compras o en las notificaciones avanzadas de embarque (advanced shipment notifications, ASN) y las cantidades o productos reales recibidos.
Simulaciones	La representación de escenarios de apoyo para la toma de decisiones en tiempo real con el fin de ayudar a la toma de decisiones operativas.
Devolver artículos	Facilitar el procesamiento y el cumplimiento de la verificación contable para los programas de logística inversa.
Contar ciclos	La capacidad para efectuar y resolver conteos del inventario en tiempo real.

inventario de ninguna de las piezas en el almacén, la actividad de fusión requiere una coordinación precisa. Una función de ejecución final es la capacidad de administrar las actividades de logística inversa como las devoluciones, la reparación y el reciclaje. Tanto los clientes como los intereses ambientales aumentan sus demandas de que las cadenas de suministro atiendan la logística inversa. La tabla 9.2 resume las funciones del WMS y los beneficios de apoyar las decisiones.

Exactitud y auditorías

Las funciones del WMS requieren verificar la exactitud del inventario para conservar la eficacia operativa. Dicha exactitud se suele mantener mediante cuentas anuales del inventario físico o al contar porciones específicas del inventario de manera planificada. La **cuenta de ciclos** es la verificación contable de inventario seleccionado en un programa cíclico.¹³ La selección de los artículos individuales que se van a contar y verificar se puede basar en un área específica del almacén, la frecuencia de movimientos, o la rotación del inventario. Una vez contado, se concilian las discrepancias entre el inventario físico y el inventario del WMS para asegurar una validez continua del sistema.

Las auditorías relacionadas con la precisión del inventario son sólo un tipo de verificación que se utiliza para conservar y mejorar la eficiencia operativa del almacén. Las auditorías también son comunes para mantener la seguridad, asegurar el cumplimiento de las regulaciones de protección, impulsar el mejoramiento de los procedimientos y facilitar los cambios en el trabajo.¹⁴

Protección

En un sentido amplio, la protección en un almacén implica evitar robos y deterioro de la mercancía, y cualquier forma de alteración operativa. Cada forma de seguridad requiere la atención de la administración.

Robos

En las operaciones de un almacén se requiere protección contra robos realizados por los empleados y ladrones, al igual que contra disturbios y perturbaciones provenientes del terrorismo. Los procedimientos normales de protección deben cumplirse estrictamente en cada almacén. La protección comienza en la entrada. Como procedimiento normal, sólo debe permitirse entrar a las instalaciones y el terreno circundante al personal autorizado. La entrada al patio del almacén debe controlarse mediante una sola puerta. Sin excepción, no debe permitirse que ningún automóvil privado, sin tomar en cuenta el nivel de importancia o la posición del cliente, entre al patio o se estacione junto al almacén.

Para ilustrar la importancia de los lineamientos de protección, es útil la experiencia siguiente. Una empresa adoptó la regla de no permitir vehículos privados en el patio del almacén. Se hicieron excepciones para dos empleados con necesidades especiales de la oficina. Una noche, después del trabajo, uno de estos empleados descubrió un fardo pegado bajo un guardafangos de su automóvil. Una revisión posterior reveló que el vehículo era literalmente un camión de entregas cargado. El asunto se informó rápidamente a seguridad, quien le indicó al empleado que no alterara los paquetes pegados y siguiera estacionado dentro del patio. Durante los siguientes días se descubrió la situación, y se arrestó y condenó a siete empleados del almacén que confesaron haber robado cientos de dólares en mercancía de la compañía. Para la empresa hubiera sido mucho mejor proporcionar transporte para los dos empleados con necesidades especiales desde los estacionamientos comunes hasta sus lugares de trabajo.

Las mermas siempre son una preocupación importante en las operaciones del almacén. Muchas son simples errores que ocurren durante la selección y embarque de un pedido, pero el propósito de la protección es restringir el robo desde todos los ángulos. Casi todos los robos ocurren durante las horas laborales normales.

Los sistemas de control del inventario y de procesamiento de pedidos ayudan a evitar que la mercancía salga del almacén a menos que vaya acompañada por un documento impreso de liberación. Si se autorizan muestras para uso de los vendedores, tal mercancía debe mantenerse en un inventario separado. No todos los robos ocurren de manera individual. Los esfuerzos organizados

¹³ Bill Latham, "Cycle Counting: The Best Way to Improve Inventory Accuracy", *Warehousing Forum* 19, núm. 12, noviembre de 2004, pp. 1-2.

¹⁴ "The DC Audit" *WERC Sheet*, enero de 2004, pp. 1-3.

entre el personal del almacén y los conductores pueden provocar una recolección excesiva deliberada o el reemplazo de productos con valor alto por productos de valor bajo para sacar mercancía no autorizada del almacén. La rotación de las tareas de los empleados, las cuentas de las cajas y las verificaciones ocasionales de la línea completa del ciclo reducen la vulnerabilidad ante tales colaboraciones.

Una preocupación final es la mayor incidencia de asaltos en el camino de las cargas, de los remolques en los estacionamientos o mientras están en tránsito. Los asaltos son una preocupación logística importante. Su prevención en el camino es principalmente asunto de la policía, pero el robo en los estacionamientos se puede reducir con estrechas medidas de seguridad. El robo en el camino es un problema importante en los países en desarrollo. El gerente de una compañía de bebidas informó que presupuestaba la pérdida de un camión a la semana por robo en sus actividades en Sudamérica. Indicaba a sus conductores que entregaran las llaves y se alejaran en vez de arriesgar sus vidas. Los procedimientos y la tecnología relacionados con la protección contra el terrorismo se analizan en el capítulo 12.

Daño

Dentro del almacén, varios factores pueden dejar en un estado invendible un producto o material. La forma más obvia de deterioro de un producto es el daño por un manejo descuidado de los materiales. Por ejemplo, cuando se apilan tarimas de mercancía a gran altura, un cambio drástico en la humedad o la temperatura puede hacer que se colapsen los paquetes que sostienen la pila. El ambiente del almacén debe controlarse y medirse con cuidado para dar una protección adecuada a los productos. Una cuestión preocupante es la negligencia de los empleados. A este respecto, un montacargas puede ser el peor enemigo de la administración. Sin tomar en cuenta cuán a menudo se advierta a los operarios acerca de no llevar sobrecargas, algunos intentarán tales métodos si no son supervisados con atención. Para explicar esto se presenta la siguiente situación: una pila de cuatro tarimas cayó de un montacargas en el andén de recepción de un almacén de alimentos. El procedimiento estándar era mover dos tarimas por carga. El costo económico de la mercancía dañada fue mayor que la ganancia diaria promedio de dos supermercados. El deterioro del producto por un manejo descuidado dentro de un almacén es una forma de pérdida contra la cual no existe un seguro ni es posible compensarla con ingresos.

Otra forma importante de deterioro es la incompatibilidad de los productos almacenados o transportados juntos. Por ejemplo, hay que tener cuidado al almacenar o embarcar chocolate y asegurarse que no absorba olores de los productos con los que se transporta, como productos de limpieza para el hogar.

Seguridad y mantenimiento

La prevención de accidentes es una responsabilidad de la administración del almacén. Un programa de seguridad detallado requiere examinar a menudo los procedimientos y el equipo de trabajo para localizar y realizar acciones correctivas que eliminan las condiciones de inseguridad antes de que se produzcan accidentes. Ocurren accidentes cuando los trabajadores no tienen cuidado o están expuestos a peligros mecánicos o físicos. Los pisos de un almacén pueden provocar accidentes si no se limpian adecuadamente. Durante la operación normal, se acumulan en los pasillos residuos de hule y vidrio y, de vez en cuando, los envases rotos provocan filtraciones de productos en el piso. Los procedimientos de limpieza adecuados reducen el riesgo de accidentes por tales causas. La seguridad del ambiente se ha vuelto una preocupación importante de las agencias gubernamentales como la OSHA y la administración no puede descuidarla.

Se requiere un programa de mantenimiento preventivo para el equipo de manejo de materiales. A diferencia de las máquinas de producción, el equipo de movimiento no está en un solo lugar, de modo que es más difícil un mantenimiento adecuado. En cada almacén debe aplicarse un programa de mantenimiento preventivo que incluya revisiones periódicas de todo el equipo de manejo.

Resumen

El almacenamiento existe para contribuir a la eficiencia de la manufactura y la distribución. Aunque la función del almacén durante mucho tiempo ha sido almacenar inventario, el sistema contemporáneo incluye una propuesta de valor más amplia en términos de beneficios económicos y de servicio. Los beneficios económicos incluyen la consolidación y la separación de las cargas, la clasificación, el almacenamiento estacional y la logística inversa. Los beneficios en el servicio son el mantenimiento de existencias en el lugar, el mantenimiento de existencias de línea completa y los servicios de valor agregado. La perspectiva del almacenamiento ha cambiado de su misión tradicional a una caracterizada por la personalización, la velocidad y el movimiento.

Los centros de distribución y los almacenes se diseñan para atender las actividades principales de manejo y almacenamiento del inventario. El manejo incluye la recepción de los embarques; el manejo interno para efectuar diferentes tipos de almacenamiento como a largo plazo, a granel y de recolección; y el empacado y la preparación de embarques para los clientes. El almacenamiento activo facilita la recepción-entrega inmediata, la consolidación, la separación de las cargas y el aplazamiento. Las actividades del almacenamiento extendido facilitan equilibrar el suministro y la demanda, al igual que la especulación.

Los almacenes se clasifican con base en la propiedad. Un almacén privado es operado por la empresa que posee la mercancía de la empresa. Un almacén público es operado de manera independiente y ofrece varios servicios de valor agregado contratados. Un almacén contratado es un acuerdo empresarial a largo plazo que proporciona servicios personalizados para una cantidad limitada de clientes. Una estrategia de almacenamiento integrada suele incorporar una combinación de opciones de propiedad del almacén.

Existen numerosas decisiones administrativas en la planificación y el inicio de las operaciones del almacén, entre ellas la selección de la ubicación, el diseño, el análisis de la mezcla de productos, la expansión, el manejo de materiales, la disposición, el tamaño, el WMS, la exactitud y las verificaciones contables, la protección, la seguridad, y el mantenimiento. Cada una de estas actividades requiere bastante esfuerzo administrativo para asegurar que las instalaciones se ubiquen y funcionen sin contratiempos a diario y puedan atender el cambio de la manera más rápida y exitosa, cuando sea necesario para cumplir las demandas de los clientes.

Preguntas desafiantes

1. Proporcione una definición y un ejemplo de almacenamiento estratégico en un sistema logístico con el que esté familiarizado.
2. Analice e ilustre la justificación económica para establecer un almacén.
3. ¿Por qué se puede describir un almacén como un “mal necesario”?
4. ¿Cómo realizan los almacenes la clasificación de un pedido?
5. ¿Bajo cuáles condiciones es razonable combinar almacenes privados y públicos en un sistema logístico?
6. ¿Qué función desempeñan los operarios de un almacén en las estrategias de aplazamiento?
7. ¿Qué es el concepto de presencia local? ¿Crecer o disminuye la importancia de la presencia local?
8. Analice e ilustre la función de los almacenes en la logística inversa.
9. Ilustre la relación entre el tamaño y la forma de un almacén de distribución, y el sistema de manejo de materiales. ¿Por qué algunos almacenes tienen un diseño cuadrado, mientras otros son rectangulares?
10. Explique la afirmación siguiente: “Un almacén sólo debe consistir en paredes que contengan un sistema de manejo eficiente.”

Empacado y manejo de materiales

Perspectivas del empacado

Empacado para la eficiencia en el manejo de materiales

Diseño del empaque

Agrupación en una sola unidad

Comunicación

Manejo de materiales

Consideraciones básicas del manejo

Sistemas mecanizados

Sistemas semiautomatizados

Sistemas automatizados

Sistemas de información direccional

Consideraciones especiales del manejo

Resumen

Dentro de un almacén y mientras se transporta por un sistema logístico, el empaque sirve para identificar y proteger los productos. El empaque, el cual contiene un producto, es la entidad que debe desplazarse por el sistema de manejo de materiales de una empresa. Por esta razón, el empacado y el manejo de materiales se analizan juntos.

Perspectivas del empacado¹

El empacado se considera **para el cliente**, cuando se enfoca sobre todo a la mercadotecnia o **industrial** cuando se orienta a la logística. El principal interés de las operaciones logísticas es el diseño del empaque industrial. Los productos o piezas individuales se agrupan en cajas de cartón, bolsas, recipientes o toneles para protegerlos contra daños y para un manejo eficiente. Los recipientes utilizados para agrupar los productos individuales se denominan **cajas de cartón maestras**. Cuando éstas se agrupan en unidades más grandes para manejo, la combinación se denomina **agrupación en un contenedor** o **agrupación en una sola unidad**.

Las cajas maestras y las cargas unitarias son las unidades básicas de manejo para las operaciones logísticas. El peso, el volumen y el posible daño de las cajas maestras determinan los requerimientos de transporte de manejo de materiales. Si el empaque no se diseña para un procesamiento logístico eficiente, afecta el desempeño general del sistema.

¹ Los autores desean expresar su agradecimiento a la profesora Diana Tweede de la Escuela de Empacado de la Michigan State University, por su ayuda en la preparación de esta sección.

La cantidad o la presentación para venta al menudeo no debe ser el factor determinante del tamaño de una caja maestra. Por ejemplo, la cerveza, que se vende al menudeo en unidades de seis, se empaca en cajas maestras que contienen 24 unidades. La caja maestra debe ser lo bastante grande para proporcionar economías de escala en el manejo, pero lo suficientemente ligera para que la maneje una persona sin ayuda mecánica. Un objetivo primordial en la logística es diseñar las operaciones para manejar un surtido limitado de cajas maestras estandarizadas. Su estandarización facilita el manejo y el transporte de materiales. La importancia de la estandarización se ilustra con un ejemplo adaptado de un minorista de zapatos.

El sistema logístico inicial que empleaba el minorista para embarcar zapatos del almacén a las tiendas con ventas al menudeo, consistía en reutilizar las cajas de cartón del vendedor. Los pares de zapatos individuales se agrupaban lo mejor posible en las cajas disponibles para reempaque. El resultado era que llegaban a cada tienda minorista cajas de tamaños muy diversos. El método de selección de pedidos utilizado para consolidar la orden de una tienda minorista, era trabajar con las listas de recolección en secuencia del almacén, las cuales agrupaban los zapatos por estilo y cantidad. El calzado se seleccionaba en el almacén, se empacaba en cajas y se apilaba manualmente en un carro de cuatro ruedas para transferirlo a los andenes de embarque. Después, las cajas se cargaban en camiones para entregarlas en las tiendas. Aunque la lista de recolección del pedido contenía un resumen de todos los zapatos del embarque total, era imposible que las tiendas minoristas determinaran el contenido de una caja específica.

El análisis del manejo de materiales en las operaciones de la entrega y de la tienda como un sistema integrado alentó la decisión de descontinuar la utilización de las cajas reusables. El nuevo procedimiento utilizaba una caja maestra estandarizada que facilitaba la recolección de pedidos y el manejo de materiales. La nueva práctica logística fue diseñada alrededor de dos conceptos. Primero, se adoptaron cajas maestras estandarizadas para permitir un movimiento continuo de una banda transportadora desde un punto de selección de pedidos del almacén hasta la carga en el camión. Segundo, el sistema integrado utilizaba un proceso computarizado para asegurar que cada caja maestra estandarizada se empacara con una máxima utilización del volumen. Bajo el nuevo sistema, se generaba una lista de recolección para cada caja maestra. Después que los pares de zapatos individuales se colocaban dentro de ésta, la lista de recolección se pegaba en la caja, para mostrar un resumen del contenido al personal de la tienda minorista.

Las ventajas de la caja maestra estandarizada se extendieron a los almacenes de las tiendas minoristas. Debido a que era fácil determinar el contenido de cada una, no era necesario buscar en varias cajas para encontrar un estilo o tamaño específico de zapatos mientras esperaba el cliente. Las cajas maestras estándar se apilaban de manera más eficiente, lo cual reducía la acumulación en sus almacenes. Por último, la identificación completa del contenido de una caja maestra facilitaba la administración y el reabasto del inventario de la tienda minorista.

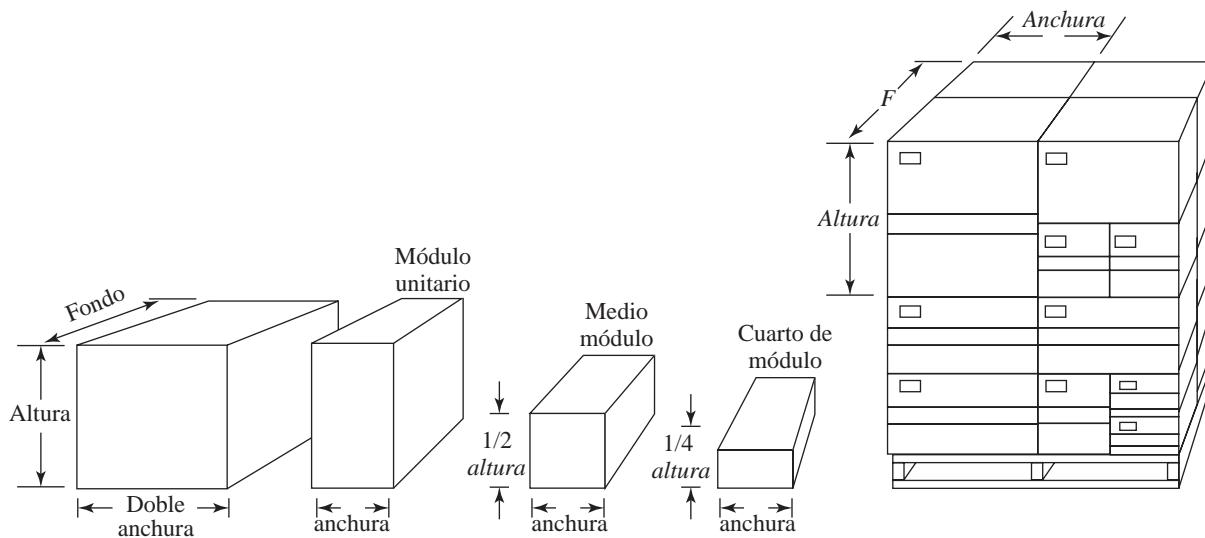
El nuevo sistema integrado requería la compra de las cajas maestras, porque cada una sólo se podía reutilizar unas tres veces. Sin embargo, este costo adicional fue más que justificado por la reducción en la mano de obra para recolectar pedidos, para el movimiento continuo de las cajas en los camiones de distribución y una utilización más eficiente de la capacidad de transporte. Debido a que cada caja maestra se llenaba casi hasta su máxima capacidad cúbica, se redujo el espacio desperdiciado en las cajas. El tamaño estandarizado de la caja maestra se eligió para lograr un máximo aprovechamiento del volumen del camión, lo cual eliminaba el espacio desperdiciado en el apilamiento. El resultado final de la utilización de cajas maestras estandarizadas fue una reducción sustancial en el costo total, combinada con un sistema de manejo de materiales mucho más eficaz, tanto en el almacén como en la tienda minorista.

Este ejemplo del empaque ilustra la importancia de la planificación logística integrada y el principio del costo total más bajo. Sin embargo, el punto más importante es que la estandarización de la caja maestra facilitó la integración de la cadena de suministro.

Por supuesto, pocas organizaciones pueden reducir los requerimientos de su caja maestra a un solo tamaño para todos sus productos. Cuando se requieren cajas maestras de más de un tamaño, debe tenerse mucho cuidado para obtener un surtido de unidades compatibles. La figura 10.1 ilustra tal concepto, el cual utiliza cuatro tamaños estándar de cajas maestras que consiguen una compatibilidad modular.

FIGURA 10.1 Un ejemplo de los beneficios del empacado modular

Fuente: Adaptado de materiales proporcionados por Walter Frederick Freedman and Company.



Por supuesto, las consideraciones logísticas no dominan por completo el diseño del empaque. El empaque ideal para el manejo y el transporte de materiales sería un cubo perfecto con las mismas medidas de altura, fondo y anchura, que al mismo tiempo tuviera la máxima densidad posible. Muy rara vez existe tal paquete. El elemento importante es que los requerimientos logísticos deben evaluarse junto con las consideraciones de manufactura, mercadotecnia y diseño del producto en la selección final de la caja maestra.

Otro interés del empaque logístico es el grado de protección que se busca. El diseño y el material del empaque deben combinarse para lograr el nivel de protección deseado sin gastar en una protección excesiva. Es posible diseñar un empaque que contenga del material correcto, pero que no proporcione la protección necesaria. Llegar a una solución satisfactoria del empaque implica definir el grado de daño permisible en términos de condiciones generales esperadas y después determinar una combinación de diseño y materiales capaz de cumplir esas especificaciones. Para el diseño del empaque existen dos principios importantes. Primero, el costo de la protección absoluta será, en casi todos los casos, prohibitivo. Segundo, la construcción del empaque en realidad es una combinación de diseño y material.

Un elemento importante en el empaque logístico final es la relación entre el tamaño de la caja maestra, la cantidad del pedido y la cantidad en exhibición en las tiendas de menudeo. Desde la perspectiva del manejo de materiales, las cajas maestras deben estar estandarizadas y ser razonablemente grandes para minimizar el número de unidades manejadas en el almacén. Para facilidad de manejo dentro de éste, es conveniente que los minoristas compren las cantidades que pueda contener una caja maestra. Sin embargo, para un producto con un desplazamiento lento, una caja maestra puede contener existencias excesivas de un artículo del cual sólo se vende una unidad por semana, pero se empaca en grupos de 48. Por último, para minimizar la mano de obra, los minoristas suelen colocar charolas a partir de las cajas maestras en los anaquellos de menudeo para que los productos individuales no tengan que descargarse y exhibirse en el anaquel de la tienda. Tanto las cajas maestras como las charolas cumplen los requerimientos de menudeo acerca del espacio en los anaquellos.

La determinación del diseño final del empaque requiere muchas pruebas para asegurar que se satisfacen los intereses de mercadotecnia y logísticos. Aunque la investigación de los clientes suele concentrarse en los aspectos de mercadotecnia, la investigación del empaque logístico se determina en un laboratorio o en pruebas experimentales. El análisis del laboratorio ofrece un modo confiable de evaluar el diseño de un empaque como resultado de los avances en el equipo de prueba y las técnicas de medición. Existen instrumentos de medición y registro para determi-

nar la severidad de los golpes y las características del empaque mientras está en tránsito. En gran medida, la atención en el diseño ha sido estimulada por una mayor regulación federal acerca de los materiales peligrosos.

Las cuatro causas más comunes de daños en un producto en un sistema logístico son la vibración, el choque, la perforación y la compresión. Se pueden experimentar combinaciones de estos daños cuando un paquete es transportado o manejado. El monitoreo del embarque de prueba es costosa y difícil de efectuar de manera científica. Para obtener mayor precisión, se utilizan simulaciones computarizadas para replicar las condiciones típicas que experimentará un empaque en el sistema logístico. Existe equipo de prueba del laboratorio para evaluar el impacto de los golpes con la interacción de la fragilidad del producto, y los materiales y diseño del empaque.

Empacado para la eficiencia en el manejo de materiales

La utilidad de un empaque se visualiza en el modo en que afecta la productividad y la eficiencia logística. El empaque afecta todas las operaciones logísticas, desde la carga del camión y la productividad en la recolección en el almacén hasta el vehículo de transporte y la utilización del volumen. En todas estas situaciones, las características del diseño del empaque, la agrupación en una sola unidad y la comunicación afectan de manera significativa la eficiencia en el manejo de materiales.

Diseño del empaque

El empaque de un producto en las configuraciones estándar y en las cantidades de los pedidos facilita la eficiencia logística. Por ejemplo, la utilización del volumen se mejora mediante un empaque de tamaño reducido que concentre los productos, como el jugo de naranja o el suavizante de telas, al eliminar el aire dentro de los empaves y al embarcar los artículos sin montar, anidados y con un mínimo de material para sujetar la carga. En casi todos los casos, el material para sujetar la carga, como las esferas de poliestireno, se minimiza con sólo reducir el tamaño de la caja. IKEA, el minorista sueco de muebles desarmados, insiste en la minimización del volumen hasta un punto que embarca almohadas empacadas al vacío. IKEA emplea una estrategia de empacado que minimiza el volumen para competir con éxito en Estados Unidos, aun cuando la compañía embarca los muebles desde Suecia. Hewlett-Packard embarca a Europa impresoras para computadora desde Estados Unidos utilizando flete aéreo y un empaque mínimo.² HP aplica a las impresoras una envoltura plástica mediante calor para proporcionar estabilidad y reducir el daño. Además de reducir el costo del transporte, la práctica general reduce los aranceles de importación porque se aplaza bastante valor agregado hasta que el producto al final se ensambla y se vende en Europa.

La minimización del volumen es lo más importante para los productos ligeros como los muebles para jardín ensamblados que **agotan el espacio** de un vehículo antes de alcanzar los límites de peso. Por otra parte, los productos pesados como los cojinetes de acero o el líquido en botellas de vidrio **agotan el peso** de un vehículo antes de llenar su capacidad de volumen. Cuando en un vehículo o contenedor agotan el peso, la empresa termina por enviar aire en un espacio que no se llena con producto. El peso total se puede reducir por cambios en el producto o en el empaque. Por ejemplo, sustituir con botellas de plástico las de vidrio aumenta la cantidad de botellas que se pueden cargar en un camión. El cambio que realizó la empresa de alimentos infantiles Gerber a las botellas de plástico se diseñó, en parte, para reducir los gastos de transporte.

La minimización del volumen y el peso representa un desafío especial para las operaciones por correo y de comercio electrónico. Estas operaciones tienden a utilizar empaves estandarizados para hacer eficientes las compras y la operación. El resultado suele ser paquetes con un tamaño excesivo que requieren mucho material para sujetar la carga y un costo mayor del embarque. La naturaleza de los productos y la amplitud de las líneas de productos en el comercio electrónico requieren combinar varios empaves en un solo pedido. Esto es de gran interés para los clientes que

² Edward Feitzinger y Hau L. Lee, "Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement", *Harvard Business Review*, enero/febrero de 1999, pp. 116-120.

están más conscientes del costo del embarque y el manejo directo de los embarques, al igual que por las preocupaciones ambientales relacionadas con la eliminación del empaque.

Agrupación en una sola unidad

El proceso de agrupar las cajas maestras en una unidad física para el manejo o el transporte de materiales se denomina **agrupación en una sola unidad** o **agrupación en un contenedor**. El concepto incluye todas las formas de agrupamiento de productos, desde pegar dos cajas maestras juntas hasta la utilización de equipo especializado de transporte. Todos los tipos de agrupación en una sola unidad tienen el objetivo básico de aumentar la eficiencia en el manejo y el transporte. Las cargas unitarias aportan más beneficios que el manejo individual de las cajas maestras. Primero, se reduce el tiempo de descarga y la saturación en el destino. Segundo, la entrega de productos en cantidades de unidad de carga facilita el manejo de materiales. Las unidades utilizan aproximadamente una quinta parte del tiempo requerido para la carga y descarga manual. También se simplifica la verificación de los embarques que llegan, ya que se leen los códigos de barras. El inventario se posiciona rápidamente para la selección de pedidos. Por último, se reduce el daño en tránsito porque se embarcan cargas unitarias y debido a que se utiliza equipo de transporte especializado. Todos estos factores reducen el costo logístico. El análisis siguiente se limita a los métodos de agrupación en una sola unidad para aprovechar la capacidad del equipo de transporte.

Contenedores rígidos

Aportan un dispositivo dentro del cual se agrupan unidades de cajas maestras o los productos sueltos. La premisa es que colocar los productos dentro de un contenedor sellado los protege y facilita el manejo. La utilización de contenedores manejados y transportados mediante equipo y vehículos especiales es una práctica común en el transporte aéreo y acuático. En la distribución doméstica, la agrupación en un contenedor ofrece una enorme eficiencia en el transporte y reduce el manejo de los productos. Aproximadamente la mitad del costo total del transporte de artículos domésticos ocurre en el cambio de productos entre vehículos, el manejo por andenes y las plataformas, el empacado, y la atención de reclamaciones por pérdidas y daños a causa de robos y seguros. Las aerolíneas emplean la agrupación en un contenedor rígido para el flete y para el equipaje de los pasajeros. Los contenedores, diseñados para ajustarse al área de carga de la aeronave, facilitan la carga y la descarga, al mismo tiempo que reducen el daño y el robo de productos. La tabla 10.1 resume los beneficios de la separación en contenedores rígidos.

Se acostumbra utilizar contenedores retornables para distribuir algunos productos. Los paquetes más utilizables son de acero o plástico, aunque algunas empresas, como ya se señaló, reutilizan las cajas de cartón corrugado. Los fabricantes de automóviles emplean anaquelos retornables para el embarque de piezas de la carrocería entre las plantas, mientras que las empresas químicas emplean tambos de acero. Sin embargo, aumenta la tendencia hacia las aplicaciones de empaque reutilizables para muchos artículos y piezas pequeñas como los ingredientes, los artículos perecederos de los supermercados, los embarques entre plantas y las bolsas de los almacenes minoristas a las tiendas.

Los contenedores retornables son muy adecuados para los ambientes integrados en donde los embarcadores y los clientes protegen el contenedor de manera razonable. La industria automovilística suele emplear los anaquelos y los empaques retornables entre los proveedores de componentes y las plantas de ensamblado. En un sistema de empaques retornables, las partes deben cooperar

TABLA 10.1

Beneficios de la separación en recipientes rígidos

- Mejora la eficiencia general del movimiento de materiales.
- Se reduce el daño en el manejo y en el tránsito.
- Disminuyen los robos.
- Se reducen los requerimientos de un empaque protector.
- Proporciona mayor protección contra los elementos del ambiente.
- Proporciona una unidad de embarque que se puede reutilizar bastantes veces, lo cual reduce el desperdicio y la necesidad de eliminar el contenedor.

de manera explícita para maximizar la utilización de los contenedores; de lo contrario, los contenedores se pueden perder, extraviar u olvidar. O bien, se llegan a requerir sistemas de depósito en las cadenas de suministro con un flujo más libre, en donde los integrantes están vinculados por transacciones ocasionales o no repetitivas. Los sistemas de depósito se suelen utilizar para botellas de bebidas, barriles, tarimas y tambos de acero.

La decisión para invertir en un sistema de empaques retornables implica considerar de manera explícita el número de ciclos de embarque y los costos de transporte de regreso, comparado con el costo de compra y la eliminación de los contenedores desechables. Deben tomarse en cuenta los beneficios de un mejor manejo y una reducción en los daños, al igual que los costos futuros de clasificar, dar seguimiento y limpiar los contenedores reutilizables.

Contenedores flexibles

Como lo indica su nombre, los contenedores flexibles no aportan una protección definida de los productos. El tipo más común de contenedor no rígido son las cajas maestras apiladas en **tarimas u hojas de separación**. La figura 10.2 presenta una tarima de madera. Una hoja de separación, la cual tiene el mismo tamaño y propósito que una tarima, es una superficie de apilamiento plana, hecha de cartón o plástico. Debido a que las hojas de separación se apoyan en el piso, se requieren montacargas especiales para manejar cargas unitarias con hojas de separación. Las principales ventajas de las hojas de separación en comparación con las tarimas es el costo y el peso. Las hojas de separación cuestan menos que las tarimas y son insignificantes desde una perspectiva de peso y volumen.

Casi todas las asociaciones industriales recomiendan que se utilice un tamaño estandarizado de tarima u hojas de separación como plataforma de una carga unitaria. La Asociación de distribuidores de abarrotes en Estados Unidos adoptó la tarima de 40×48 pulgadas (1.0×1.2 metros) con entradas en los cuatro lados y hojas de separación del mismo tamaño para la distribución de alimentos. Por otra parte, la industria de las bebidas ha estandarizado tarimas de 32×36 pulgadas (0.80×0.90 metros). En toda la industria, los tamaños que se utilizan con más frecuencia son 40×48 , 32×40 y 32×36 pulgadas (1.0×1.2 , 0.80×1.00 y 0.80×0.90 metros). Una práctica común es identificar primero la dimensión del producto más frecuente para el equipo de manejo.

Por lo general, entre más grande es una plataforma, es más eficiente para el manejo de materiales. Por ejemplo, la tarima de 40×48 pulgadas (1.0×1.2 metros) tiene 768 pulgadas cuadradas (0.48 metros cuadrados) más por nivel de apilamiento que la de 32×36 pulgadas (0.80×0.90 metros). Si se apilan 10 niveles, el espacio total adicional de separación en unidades es de 40×48 pulgadas, es decir, 7 680 pulgadas cuadradas (4.80 m cuadrados). Esto es 60% más grande que 32×36 pulgadas de tamaño. La determinación final del tamaño debe basarse en la carga, la compatibilidad con el equipo de manejo y transporte utilizado en el sistema logístico, así como la práctica estandarizada en la industria. Con el equipo de manejo moderno, se encuentran pocas restricciones relacionadas con el peso.

Si bien se pueden utilizar diversos métodos para apilar las cajas maestras sobre las hojas de separación y las tarimas, los cuatro más comunes son: como bloques, ladrillos, filas y en espiral.

FIGURA 10.2
Ejemplo de una tarima

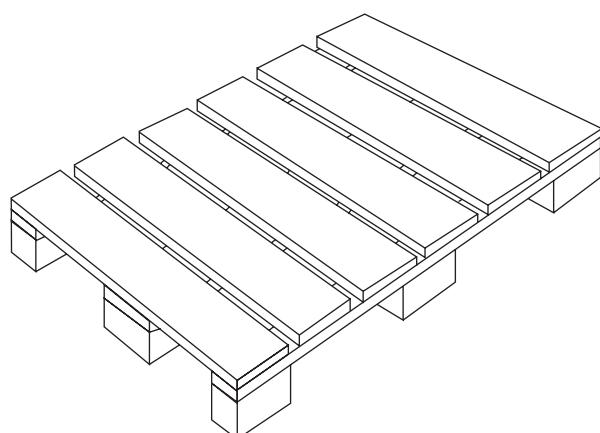
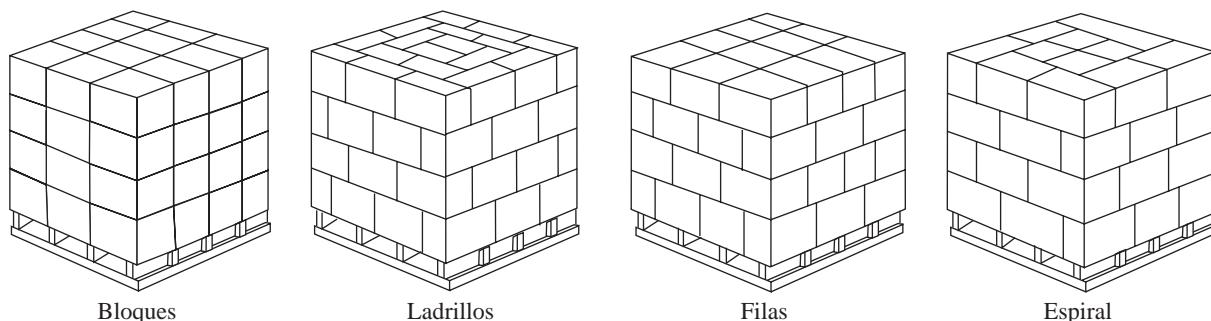


FIGURA 10.3 Esquemas de apilamiento básico de las cajas maestras sobre una tarima

Fuente: Adaptado de los lineamientos de separación en tarimas de la Asociación Nacional de Tarimas de Madera y Contenedores, Arlington, VA.



El método de bloques se utiliza con las cajas que tienen el mismo ancho y altura. Cuando el ancho y la altura son diferentes, se organizan como ladrillos, filas y en espiral. La figura 10.3 ilustra estos cuatro esquemas básicos. Excepto por el método de bloques, las cajas se colocan en la carga unitaria organizadas en un esquema entrelazado y los niveles vecinos se ponen en ángulos de 90 grados entre sí. La estabilidad de la carga mejora con el entrelazado. El esquema de bloques no tiene este beneficio. Aunque estos esquemas aportan un buen punto inicial cuando existen tamaños de cajas limitados, casi todos los esquemas de tarimas se determinan mediante programas de computadora.

La agrupación en una sola unidad flexible aumenta la posibilidad de daño si no se limita de manera correcta durante el manejo o el transporte. En casi todas las situaciones, la estabilidad del apilamiento es insuficiente para asegurar una carga unitaria. Los métodos comunes para mejorar la estabilidad son las cuerdas, los postes en las esquinas, las tiras metálicas, la cinta adhesiva y el tratamiento antideslizante, los adhesivos y la envoltura. En esencia, estos métodos fijan las cajas sobre el esquema de apilamiento de la tarima. La envoltura plástica mediante estiramiento y mediante calor son dos métodos cada vez más populares para asegurar las cargas unitarias. Las envolturas son similares a las utilizadas en la cocina para la conservación de los alimentos.

Se han organizado grupos de intercambio de tarimas como una forma para superar los problemas tradicionales de devolución e intercambio. Las tarimas de alta calidad son costosas y difíciles de recuperar una vez que ya no son controladas por el propietario. Cuando ocurre una transferencia a una organización externa, lo normal es que los almacenes intercambien tarimas de mala calidad y conserven las mejores. Los grupos de tarimas son proveedores que conservan y arriendan tarimas de alta calidad por todo el país por una cuota variable por ciclo único. Un ciclo se define como cargar las tarimas con un fabricante y transportarlas al almacén de un minorista. Las empresas con grupos de tarimas como CHEP, la cual es una de las más grandes, asume la responsabilidad por desarrollar, comprar y conservar las tarimas, al igual que proporcionar sistemas de control y administración.³

Comunicación

La función final del empacado logístico es la comunicación o transferencia de información. Esta función cada día se vuelve más importante para proporcionar identificación del contenido, seguimiento e instrucciones de manejo.

La función más obvia de las comunicaciones es identificar el contenido de un paquete para todos los integrantes del canal. La información típica es el fabricante, el producto, el tipo de contenedor global, la cuenta, el código universal del producto (Universal Code Product, UPC) y el código electrónico del producto (Electronic Product Code, EPC), lo cual se comunica mediante un

³Para información acerca de los productos y servicios que ofrece una organización de grupos de tarimas como CHEP, consulte www.chep.com.

código de barras o con tecnología RFID. La información en la caja de cartón se utiliza con el fin de identificar el producto para recepción, la selección de pedidos y la verificación del embarque. La visibilidad es una consideración principal en la identificación del contenido porque quienes manejan los materiales deben poder observar o leer electrónicamente la etiqueta desde distancias razonables en todas direcciones. La excepción para el empacado de alta visibilidad son los productos de alto valor que suelen tener etiquetas pequeñas para minimizar la posibilidad de robo.

También es importante la facilidad de seguimiento del paquete. Una operación interna eficaz y los clientes requieren el seguimiento de un producto conforme avanza por la cadena de suministro. Un control positivo de todos los movimientos reduce la pérdida y el robo de productos.

La función final del empacado logístico es proporcionar instrucciones de manejo y de protección para quienes manejan los materiales. La información debe señalar cualquier consideración especial para el manejo del producto, como los contenedores de vidrio, las restricciones de temperatura, las consideraciones de apilamiento o los posibles peligros ambientales. Si el producto es potencialmente peligroso, como los productos químicos, el empacado y el material incluido deben contener instrucciones para enfrentar los derrames y el daño del contenedor.

Manejo de materiales

Los avances en la tecnología y el equipo de manejo de materiales ofrecen la posibilidad de mejorar sustancialmente la productividad logística. Los procesos y las tecnologías de manejo de materiales afectan la productividad a través de los requerimientos de personal, espacio y equipo. El manejo de materiales es una actividad logística clave que no puede pasarse por alto. Aunque los detalles técnicos de la tecnología de manejo de materiales son extensos y están más allá del alcance de este libro, la sección siguiente presenta algunas consideraciones básicas del manejo y las soluciones con sistemas alternos.

Consideraciones básicas del manejo

El manejo logístico de materiales ocurre por toda la cadena de suministro. Existe una diferencia fundamental en el manejo de materiales a granel y de cajas maestras. El manejo a granel incluye situaciones en donde el producto se maneja sin estas últimas y se requiere equipo especializado, como sólidos y perdigones. El manejo a granel de materiales líquidos y gaseosos se suele efectuar mediante conductos o bandas transportadoras. El análisis siguiente se concentra en el manejo de materiales que no son a granel, en donde los productos se embarcan en cajas maestras.

Existen varios principios básicos que dirigen la selección de los procesos y las tecnologías de manejo de materiales. Los principios resumidos en la tabla 10.2 ofrecen la base inicial para evaluar las alternativas de manejo de materiales.

Los sistemas de manejo pueden ser clasificados como **mecanizados**, **semiautomatizados**, **automatizados** y de **información direccional**. En los sistemas mecanizados se utiliza una combinación de mano de obra y equipo de manejo para facilitar la recepción, el procesamiento y/o el embarque. Por lo general, en el manejo mecanizado la mano de obra ocupa un alto porcentaje del costo general. En contraste, los sistemas automatizados intentan reducir lo más posible la mano de obra al sustituirla con una inversión en equipo. Cuando se emplea una combinación de sistemas mecánicos y automatizados para manejar el material, el sistema se denomina semiautomatizado.

TABLA 10.2
Principios del manejo de materiales

- El equipo para el manejo y el almacenamiento deben estar lo más estandarizados posible.
- Cuando está en movimiento, el sistema debe diseñarse para proporcionar un flujo continuo máximo de productos.
- La inversión debe estar en el equipo de manejo, más que en el equipo estacionario.
- El equipo de manejo debe utilizarse lo más posible.
- En la selección del equipo de manejo debe minimizarse la proporción de peso muerto por carga útil.
- En donde sea práctico, debe incorporarse un flujo por gravedad en el diseño del sistema.

Un sistema de información dirigida aplica tecnología de la información para dirigir el equipo de manejo automatizado y el esfuerzo de trabajo. Los sistemas de manejo mecanizados son los más comunes, pero aumenta el uso de los sistemas semiautomatizados, automatizados y de información dirigida. Cada método de manejo se analiza con mayor detalle.

Sistemas mecanizados

Éstos emplean una amplia variedad de equipo de manejo de materiales. Los tipos de equipo que se usan con mayor frecuencia son los montacargas, los montacargas manuales, las líneas de tracción, los remolques, las bandas transportadoras y los cárreteros.

Montacargas

Los montacargas de elevación (o simplemente montacargas) trasladan las cargas de cajas maestras de manera horizontal y vertical, pero se limitan a manejar cargas unitarias. También se utilizan patines, cajas o contenedores, dependiendo de la naturaleza del producto.

Existen muchos tipos de montacargas. Los de gran capacidad tienen un movimiento vertical de hasta 40 pies (12 metros). Existen carros sin horquilla para manejar productos sin tarimas ni hojas divisorias. También hay otras variaciones de montacargas para operaciones en pasillos estrechos y para carga lateral. La atención sobre los montacargas para pasillos estrechos ha aumentado en los años recientes, porque los diseñadores de almacenes buscan aumentar la densidad de los anaquelados y la capacidad general de almacenamiento. El montacargas no es económico para un movimiento horizontal por distancias grandes debido a la alta proporción de mano de obra por unidad de transferencia. Se utilizan de manera eficaz en operaciones de embarque y recepción y para colocar la mercancía en lugares de almacenamiento altos. Las dos fuentes de energía más comunes para los montacargas son el gas propano y las baterías.

Montacargas manuales

Proporcionan un método eficaz de bajo costo para las conveniencias generales del manejo de materiales. Las aplicaciones típicas son la carga y descarga del equipo de transporte, la selección y acumulación de pedidos, y el traslado de cargas por el almacén. Los montacargas manuales se utilizan mucho en los almacenes de artículos empacados para el cliente.

Líneas de tracción

Una línea de tracción consiste en dispositivos de arrastre con cables enterrados o colgantes. Se utilizan para impulsar de manera constante remolques de cuatro ruedas. La principal ventaja de una línea de tracción es el movimiento continuo. Sin embargo, los dispositivos de manejo aportan menos flexibilidad que los montacargas. La aplicación más común de las líneas de tracción es para la selección de pedidos de artículos empacados. Los operarios ponen la mercancía en los remolques de cuatro ruedas, los cuales son arrastrados hasta los andenes de embarque. Existen varios dispositivos de separación automatizada para dirigir los remolques de la línea de tracción principal a los andenes de embarque especificadas.

Una cuestión debatable es el relativo mérito de la instalación de una línea de tracción enterrada o colgante. Desde el punto de vista operativo, es costoso modificar y dar mantenimiento a una instalación enterrada. La instalación colgante es más flexible, pero a menos que el piso del almacén esté absolutamente nivelado, la línea puede desarrullar las ruedas delanteras de los remolques y producir daños en el producto. La línea colgante también representa un peligro potencial para las operaciones con montacargas.

Remolques

Están formados por una unidad de potencia (el tractor) dirigida por un conductor que jala varios remolques individuales de cuatro ruedas. El tamaño normal de los remolques es de 4×8 pies (1.2×2.4 metros). El tractor combinado con un remolque, igual que una línea de arrastre, se utiliza durante la selección de pedidos. La principal ventaja de un tractor con remolques detrás es la flexibilidad. No es tan económico como la línea de arrastre porque se requiere un conductor para cada equipo.

Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras se utilizan mucho en las operaciones de embarque y recepción y son el dispositivo de manejo básico para varios sistemas de selección de pedidos. Las bandas transportadoras se clasifican por el tipo de propulsión, la gravedad y el movimiento de los rodillos o la cinta.⁴ En las configuraciones eléctricas, la banda transportadora es impulsada por una cadena; en esta configuración se sacrifica bastante flexibilidad de una banda transportadora. Las aplicaciones impulsadas por la gravedad y por rodillos permiten reorganizarlas con un mínimo de dificultades. Se utilizan bandas transportadoras portátiles con rodillos impulsados por gravedad para carga y descarga y, en algunos casos, se transportan en los camiones para ayudar a descargar los vehículos. Las bandas transportadoras son eficaces porque sólo se mueve el producto y eliminan la necesidad de movimientos de regreso del equipo.

Carruseles

Un carrusel funciona sobre un concepto diferente al resto del equipo de manejo mecanizado. En vez de requerir que el selector de pedidos vaya al lugar de almacenamiento del inventario, el carrusel mueve el inventario hasta el selector de pedidos. Un carrusel consiste en una serie de recipientes montados en una pista o un anaquel giratorio. Puede haber muchos niveles de pistas, lo cual permite un almacenamiento de alta densidad. El carrusel gira completo y acerca el recipiente de selección a un operario que no se desplaza. Su aplicación común es la selección de paquetes de artículos como refacciones, y su razón fundamental es reducir los requerimientos de mano de obra para la selección de pedidos al disminuir la distancia y el tiempo recorrido. Los carruseles, sobre todo los sistemas modernos apilables o de varios niveles, también reducen mucho los requerimientos de espacio de almacenamiento. Algunos también utilizan listas de recolección generadas por computadora, la cual también dirige las rotaciones del carrusel para aumentar la productividad del selector de pedidos. Estos sistemas se denominan **recolección sin documentos** porque no existe un papeleo que frene los esfuerzos del empleado. Una variación del sistema de carrusel son los anaqueles móviles. Estos anaqueles se desplazan de manera horizontal para eliminar el pasillo permanente entre los anaqueles. Este sistema, utilizado a menudo en las bibliotecas, ofrece más densidad de almacenamiento, pero reduce la eficiencia de la recolección porque los anaqueles deben moverse para acceder a productos específicos.

El análisis del equipo mecanizado de manejo de materiales presenta una amplia variedad de alternativas. Casi todos los sistemas combinan diferentes dispositivos de manejo. Por ejemplo, se puede utilizar montacargas para los movimientos verticales y remolques o montacargas manuales como los métodos principales de transferencia horizontal.

Sistemas semiautomatizados

El manejo mecanizado se suele complementar con equipo semiautomático. El equipo común utilizado en el manejo semiautomatizado incluye los sistemas con vehículos de conducción automatizada o autoguiados, la clasificación computarizada, los robots y diversas formas de anaqueles vivos.

Vehículos de conducción automatizada (AGV)

Un sistema AGV suele reemplazar los remolques con tractores. La diferencia esencial es que los AGV se guían, posicionan y activan automáticamente sin un conductor.

Este tipo de equipo se basa en un sistema de conducción óptica, magnética o inalámbrica por radio. En la aplicación óptica, se ponen líneas direccionales en el piso del almacén. Después el AGV es dirigido por un haz luminoso enfocado en la ruta guía. Los AGV magnéticos siguen un cable eléctrico instalado bajo el piso. La conducción por radio inalámbrica (Wi-Fi) se consigue mediante una transmisión de alta frecuencia. La principal ventaja de un AGV es la reducción de la mano de obra directa. Los sistemas de conducción inalámbrica que emplean varios AGV no se limitan a las rutas de flujo predeterminadas en el almacén. El costo más bajo y la mayor flexibilidad

⁴Para un análisis más detallado de las alternativas de banda transportadora y sus características, consulte David Maloney, "Conveyors", *Modern Materials Handling* 55, núm. 1 (enero de 2000), pp. 490-553.

han impulsado la aplicación de los AGV para los movimientos en el almacén que son repetitivos y frecuentes o que ocurren en áreas muy saturadas.

Clasificación

Los dispositivos de clasificación automatizada se utilizan en combinación con las bandas transportadoras. Mientras se seleccionan productos en el almacén y se colocan sobre una banda transportadora para desplazarlos a los andenes de embarque, deben clasificarse en combinaciones específicas. Por ejemplo, el inventario para satisfacer varios pedidos puede seleccionarse por lotes, lo cual crea la necesidad de clasificar y secuenciar los embarques individuales. Casi todos los controladores de clasificación se pueden programar de modo que permitan un flujo personalizado y una lógica de decisiones para satisfacer los requerimientos cambiantes.

La clasificación automatizada aporta dos beneficios principales. El primero es la reducción de la mano de obra. El segundo es un aumento importante en la velocidad y precisión de la selección de pedidos. Los sistemas de clasificación de alta velocidad, como el que utiliza United Parcel Service, clasifican y alinean los paquetes a velocidades mayores de uno por segundo.

Robots

Un robot es una máquina que se puede programar para realizar una función o una serie de ellas. El atractivo de los robots estriba en la capacidad para programar funciones y una lógica de decisiones que dirijan el proceso de manejo. La popularidad de los robots hizo que se adoptaran en gran escala en la industria automotriz a principios de la década de 1980, en un esfuerzo por automatizar tareas manuales seleccionadas. Sin embargo, un almacén plantea un reto muy diferente. En el almacenamiento, la meta es acumular de manera eficiente los requerimientos específicos del inventario de los pedidos de los clientes. Por lo tanto, los requerimientos varían mucho de un pedido al siguiente, lo que provoca algo muy lejano a la rutina normal de la manufactura.

Una aplicación exitosa de los robots en el almacenamiento es preparar y separar cargas unitarias. En el proceso de separación se programa un robot para que reconozca los esquemas de apilamiento de productos en las cargas unitarias y coloque los productos en una posición predeterminada sobre una banda transportadora. En esencia, la utilización de robots para preparar cargas unitarias es lo contrario de la separación. Otro uso de los robots en el almacenamiento ocurre en ambientes donde es difícil que funcionen las personas; por ejemplo, durante el manejo de materiales en áreas con alto ruido, los materiales peligrosos y las operaciones con temperaturas extremas, como los alimentos congelados o las áreas de tratamiento térmico.

Es muy atractivo integrar robots en almacenes mecanizados para realizar funciones de selección. La capacidad para incorporar una lógica de programación, además de la velocidad, la confiabilidad y la precisión, hacen de los robots una alternativa atractiva comparada con el manejo manual tradicional en situaciones muy repetitivas o incómodas para las personas.

Anaqueles vivos

Un dispositivo que se utiliza mucho para reducir la mano de obra manual en los almacenes es el diseño de un anaquele en el cual el producto fluye automáticamente a una posición de selección requerida. El anaquele vivo o automatizado típico contiene bandas transportadoras de rodillos y se diseña para reabastecerse desde atrás. La parte posterior del anaquele está más alta que la frontal, lo cual produce un flujo por gravedad hacia el frente. Cuando se retiran cajas o cargas unitarias de la parte frontal, las otras cajas o cargas del anaquele fluyen hacia adelante.

El uso de anaqueles vivos reduce la necesidad de utilizar montacargas para transferir cargas unitarias. Una ventaja importante del almacenamiento en anaqueles vivos es la posibilidad de la rotación automática de un producto como resultado de la carga por detrás. La carga por detrás facilita una administración del inventario **el primero en entrar, el primero en salir (first-in, first-out, FIFO)**. Son diversas las aplicaciones de los anaqueles con flujo por gravedad. Por ejemplo, se emplean anaqueles vivos para secuenciar el pan fresco en las tarimas de embarque de las panaderías.

Sistemas automatizados

Durante varias décadas, el concepto de manejo automatizado ha ofrecido un enorme potencial y logros limitados. Los esfuerzos iniciales de manejo automatizado se concentraban en los sistemas

de selección de pedidos de cajas maestras. En épocas recientes, el énfasis se ha desplazado al almacenamiento automatizado elevado y a los sistemas de recuperación. Aunque los conceptos básicos de la automatización siguen siendo válidos, las principales barreras son la alta inversión de capital y un nivel de flexibilidad bajo.

Potencial de automatización

El atractivo de la automatización es que reemplaza la mano de obra con equipo actualizado. Además de requerir menos mano de obra directa, un sistema automatizado puede operar más rápido y con más exactitud que su contraparte mecanizada.

A la fecha, casi todos los sistemas automatizados se han diseñado y desarrollado para aplicaciones específicas. Los lineamientos ya señalados para la selección de los sistemas de manejo mecanizado (tabla 10.2) no se aplican a los sistemas automatizados. Por ejemplo, el equipo de almacenamiento en un sistema automatizado es una parte integral de la capacidad de manejo y representa hasta 50% de la inversión total. La proporción de “peso perdido” de las cargas útiles tiene poca relevancia cuando se automatiza el manejo.

Aunque la tecnología de la información es una parte importante en todos los sistemas de manejo, es esencial en los sistemas automatizados. La tecnología de la información controla el equipo de selección automatizada y establece una interfaz con el WMS. Una desventaja importante de la automatización es que depende de la tecnología propiedad de las redes de información. Para reducir tal dependencia, los sistemas automatizados más recientes se vinculan a Internet y emplean navegadores estándar como la red que controla las operaciones del almacén. Los almacenes automatizados requieren una integración del WMS y los sistemas operativos de manejo de materiales.

Selección de pedidos

Al principio, la automatización se aplicaba a la selección de cajas maestras o al armado de pedidos en el almacén. Debido a la intensa participación de la mano de obra en la selección de pedidos, el objetivo básico era integrar los manejos mecanizado, semiautomatizado y automatizado en un sistema que ofreciera las ventajas de la alta productividad y precisión, al mismo tiempo que utilizara un mínimo de mano de obra.

El proceso general comienza con un dispositivo automatizado de selección de pedidos cargado de forma anticipada con productos. El dispositivo mismo consiste en una serie de anaqueles de flujo apilados verticalmente. La mercancía se carga desde la parte posterior y permite el flujo hacia adelante en el anaquel vivo sobre bandas transportadoras por gravedad, hasta que se detiene en la puerta de un anaquel. A la mitad o en la sección inferior de los anaqueles, bandas transportadoras eléctricas crean una línea de flujo de mercancías, con varias líneas de flujo colocadas de manera vertical entre sí, una para atender cada nivel o altura de puertas del anaquel.

Cuando se recibe un pedido, el sistema de control del almacén genera instrucciones secuenciadas para activar las puertas del anaquel y permitir que la mercancía fluya como se requiere hasta las bandas transportadoras eléctricas. A su vez, las bandas transportadoras mueven la mercancía a un área de empacado de pedidos donde después se colocan en contenedores de embarque o se efectúa una separación en unidades antes de transferir los productos a las áreas de preparación del embarque. Lo ideal es que el producto se seleccione y se cargue en secuencia, para que el cliente lo descargue en la secuencia deseada.

Cuando se comparan con la automatización moderna, eran poco eficientes estos intentos iniciales de manejo automatizado de paquetes. Se requería mucha mano de obra para cargar una preselección de la mercancía en los anaqueles y el equipo de selección automatizado que se utilizaba era costoso. Las aplicaciones iniciales se limitaban a la mercancía con un valor muy alto, con un tamaño estandarizado de cajas maestras o en situaciones donde las condiciones de trabajo justificaban dicha inversión. Por ejemplo, estos sistemas iniciales se probaron mucho en la selección de pedidos de alimentos congelados.

Se han efectuado avances sustanciales en la selección automatizada de los artículos empacados. El manejo de productos con rápido desplazamiento en cajas maestras, el cual es común en la recepción-entrega inmediata, se puede automatizar por completo desde la recepción de la mercancía hasta la colocación en los camiones. Tales sistemas emplean una red integrada de bandas transportadoras eléctricas y por gravedad que vinculan un almacenamiento vivo accionado con electricidad. El pro-

ceso completo es controlado por una computadora y se acopla con el pedido y un WMS. Cuando llega, la mercancía se dirige automáticamente a una posición del almacenamiento vivo y se actualizan los registros del inventario. Cuando se reciben los pedidos, la mercancía se organiza según el tamaño del empaque o del vehículo y se programa para selección. En el momento adecuado, toda la mercancía se envía en una secuencia de carga y se transporta automáticamente mediante una banda transportadora a los andenes de carga. En algunas situaciones, el primer manejo manual de la mercancía dentro del almacén ocurre cuando se apila en el vehículo que la va a repartir.

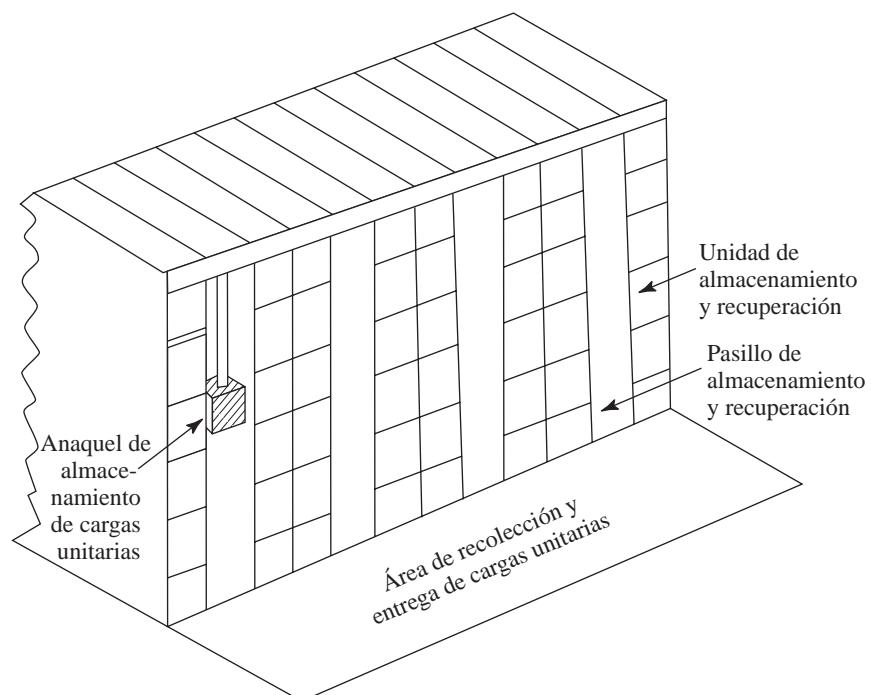
Almacenamiento/recuperación automatizados

Un sistema automatizado de manejo de cargas unitarias, o **sistema automatizado de almacenamiento y recuperación (Automated Storage and Retrieval System, AS/RS)**, que emplea un almacenamiento elevado es una forma popular de automatización. La figura 10.4 ilustra el concepto de un AS/RS elevado. Los AS/RS son muy adecuados para artículos como cajas pesadas o productos en ambientes controlados como panaderías o de alimentos congelados. El concepto de manejo elevado se suele automatizar desde la recepción hasta el embarque. Los cuatro componentes principales de un AS/RS son los anaqueles de almacenamiento, el equipo de almacenamiento y recuperación, el sistema de entradas/salidas y el sistema de control.

El término elevado se deriva del aspecto físico del anaquel de almacenamiento. El anaquel tiene un almacenamiento vertical con una estructura de acero y puede medir hasta 120 pies (36 metros). La altura normal de apilamiento de las cajas de cartón en tarimas en un sistema de manejo automatizado es de 20 pies (6 metros), de modo que son evidentes las posibilidades del almacenamiento elevado. Debido a que las personas no son una parte integral de un AS/RS, se suelen llamar plantas **a oscuras**.

La planta elevada común consiste en filas de anaqueles de almacenamiento. Las filas de anaqueles están separadas por pasillos que miden entre 120 y 800 pies (36 y 240 metros). Las actividades principales de almacenamiento y recuperación ocurren dentro de estos pasillos. Una grúa de almacenamiento y recuperación sube y baja por el pasillo mientras guarda y selecciona productos. Existe equipo diverso para el almacenamiento y la recuperación. Casi todas las máquinas requieren guías en la parte superior e inferior para obtener la estabilidad vertical necesaria para el movimiento horizontal de alta velocidad y la elevación vertical. Las velocidades horizontales van de 300 a 400 pies (90 a 120 metros) por minuto (mpm) con velocidades de elevación de hasta 100 pies (30 metros) por minuto o más.

FIGURA 10.4
Un almacén elevado
con un AS/RS



La función inicial del equipo de almacenamiento y recuperación es llegar con rapidez al lugar de almacenamiento deseado. Una segunda función es insertar o retirar mercancía del anaquel. En su mayor parte, la inserción y el retiro de la carga se consiguen mediante mesas retráctiles, las cuales entran y salen del anaquel a velocidades mayores de 100 pies por minuto (30 metros por minuto). Debido a que la mesa retráctil sólo se mueve alrededor de un metro, acelera y se detiene con rapidez.

En esencia, la máquina de almacenamiento y recuperación es una combinación de montacargas incorporado en una grúa móvil. La máquina sube y baja por el pasillo para insertar o retirar una carga unitaria del almacenamiento. Cuando el AS/RS opera con cargas unitarias, es común que el proceso se automatice. Sin embargo, el AS/RS suele incorporar una recolección manual cuando el sistema selecciona envases o cajas maestras. En algunas instalaciones, la máquina para almacenamiento y recuperación se posiciona para atender diferentes pasillos mediante vehículos de transferencia. Existen numerosas disposiciones y diseños de transferencia. Las unidades de transferencia pueden ser **dedicadas** o **no dedicadas**. El vehículo dedicado de transferencia siempre se estaciona en el extremo del pasillo en el que trabaja el equipo de almacenamiento y recuperación. El vehículo para transferencia no dedicada funciona en varios pasillos y máquinas de recuperación de manera programada, para lograr una máxima utilización del equipo. La decisión acerca de incluir una transferencia de un pasillo a otro en un sistema de almacenamiento elevado reside en las economías de la tasa de producción y el número de pasillos incluidos en el sistema general.

En el almacenamiento elevado, el sistema de entrada/salida se refiere al movimiento de las cargas de y hacia el área de anaqueles. Se ejecutan dos tipos de movimientos. Primero, las cargas deben transportarse de los andenes de recepción o de las líneas de producción al área de almacenamiento. Segundo, dentro del área periférica intermedia de los anaqueles, las cargas deben posicionarse para entrada o salida. El problema potencial de manejo más grande está en el área periférica. Una práctica común asigna estaciones separadas para una recolección y retiro capaces de preparar un suministro adecuado de las cargas para cada pasillo, con el fin de utilizar por completo el equipo de almacenamiento y recuperación. Para un máximo desempeño de entrada/salida, el procedimiento normal requiere diferentes estaciones para transferir las cargas que entran y salen y están asignadas al mismo pasillo. Se vinculan estaciones de recolección y descarga (pickup and discharge, P/D) a los sistemas de manejo que transfieren la mercancía de y hacia el área de almacenamiento elevada. El sistema de control en el almacenamiento elevado es similar a los sistemas de selección de pedidos automatizados descritos antes. Además de programar las llegadas y las asignaciones de lugares, el sistema de control maneja el control del inventario y la rotación de las existencias. El sistema de control también registra la ubicación de los productos dentro del AS/RS, la utilización de los depósitos de almacenamiento y las operaciones de la grúa. En el caso del almacenamiento elevado, la confiabilidad y la integridad del sistema son fundamentales para alcanzar la productividad y la utilización máxima del equipo.

En las aplicaciones de manufactura, el producto que fluye se forma automáticamente en cargas unitarias. Después, la carga unitaria se transporta al área de almacenamiento elevado mediante una banda transportadora eléctrica. Cuando llega la carga, se asigna a un depósito del almacenamiento y la banda transportadora eléctrica la transfiere a la estación de recolección adecuada. En este punto, el equipo de almacenamiento y recuperación se encarga de mover la carga unitaria a su lugar de almacenamiento planificado. Cuando se reciben pedidos, el sistema de control dirige la recuperación de las cargas unitarias especificadas. Desde la estación de entrega, la carga unitaria fluye mediante una banda transportadora eléctrica y por gravedad hasta la bahía de embarque adecuada. Cuando se realizan la recuperación y la entrega, se completa todo el papeleo necesario para iniciar el embarque del producto.

Un AS/RS busca aumentar la productividad en el manejo de materiales al proporcionar una máxima densidad de almacenamiento por metro cuadrado o espacio de piso y al minimizar la mano de obra directa requerida en el manejo. La naturaleza muy estructurada de un AS/RS consigue un manejo confiable sin robos ni daños y un control muy preciso. Sin embargo, el AS/RS elevado suele ser mejor como dispositivo de almacenamiento que como dispositivo de manejo, lo cual reduce su atractivo en situaciones donde las rotaciones rápidas del inventario son más importantes que el almacenamiento de bajo costo. La pérdida de flexibilidad ha hecho que algunas empresas vuelvan a considerar la utilización de sistemas automatizados.

Sistemas de información direccional

El concepto del manejo de la información direccional es relativamente novedoso y tema de mucha investigación y desarrollo. Este concepto es atractivo porque combina el control típico del manejo automatizado con la flexibilidad de los sistemas mecanizados. Los sistemas de información direccional emplean un manejo mecanizado controlado mediante tecnología de la información. Dos ejemplos comunes de los sistemas de manejo de materiales por información direccional son las operaciones con RF inalámbrica (Wi-Fi) y las dirigidas con luz.

RF inalámbrica (Wi-Fi)

El manejo con RF inalámbrica emplea equipo común mecanizado de manejo de materiales coordinado mediante tecnologías de información para proporcionar al operario instrucciones y control en tiempo real. Los sistemas Wi-Fi comunes utilizan montacargas. Sin embargo, la utilización básica de Wi-Fi para indicar el movimiento de los montacargas aumenta en una aplicación de información direccional para convertirse en un sistema de manejo de materiales muy integrado. En términos de disposición y diseño, en esencia, la planta de almacenamiento es igual a cualquier planta mecanizada. La diferencia es que todos los movimientos de montacargas son dirigidos y vigilados por alguna combinación de computadora instalada en el montacargas, computadora portátil o comunicación activada por voz. El intercambio de información en tiempo real está diseñado para lograr flexibilidad y una mejor utilización.

La principal ventaja de la RF es mejorar la velocidad y flexibilidad de las operaciones de los montacargas. En vez de seguir instrucciones escritas o listas de computadora generadas por lotes, los conductores reciben tareas de trabajo a través de sus terminales RF portátiles o instaladas en los vehículos. El uso de la tecnología de RF proporciona comunicación en tiempo real a los sistemas centrales de procesamiento de datos. En la operación, el WMS, junto con la computadora que controla las operaciones, planifica e inicia todos los movimientos, comunica los requerimientos a los operarios de manejo de materiales y registra la terminación de todas las tareas. Los sistemas de apoyo de decisiones analizan todas las necesidades de movimientos y asignan el equipo para maximizar el movimiento directo y minimizar el movimiento de regreso sin carga. Este proceso de asignar montacargas a tareas continuas se denomina **intercalado de tareas**. En éste los montacargas se asignan, de manera independiente a las áreas de trabajo tradicionales, a trabajos específicos o áreas de trabajo que necesitan recursos como recepción o embarque.

El manejo de la información direccional ofrece un gran potencial porque se pueden lograr los beneficios seleccionados de la automatización sin una inversión de capital sustancial. Los sistemas de información direccional también aumentan sustancialmente la productividad al seguir el desempeño de los montacargas, lo cual permite una compensación basada en el desempeño. La principal desventaja del manejo de la información direccional es la responsabilidad relacionada con la asignación del trabajo. Cuando un montacargas específico avanza durante un periodo de trabajo, puede participar en la carga o descarga de varios vehículos, seleccionar artículos para muchos pedidos y terminar varias tareas de manejo no relacionadas. La amplia variedad de asignaciones de trabajo aumenta la complejidad de la dirección del mismo y disminuye la responsabilidad en el desempeño. Esta complejidad aumenta las demandas que se aplican a la capacidad del conductor.

Se efectúa bastante investigación para explorar nuevos conceptos de diseño y disposición de un almacén con el fin de aprovechar por completo el potencial del manejo de materiales con información direccional. Un concepto, denominado **diseño caótico**, se basa en la flexibilidad de utilizar la tecnología de la información para permitir que un almacén conserve existencias y opere con el fin de maximizar la eficiencia del movimiento hacia adentro y hacia afuera. Un almacén operado bajo los principios caóticos pondrá toda la mercancía en un lugar indicado por el WMS en un esfuerzo por minimizar el manejo total.⁵

⁵ Duncan McFarlane y Yossi Sheffi, "The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations", *International Journal of Logistics Management* 14, núm. 1, 2003, pp. 1-17.

Recolección con luz

Una tecnología conocida como **recolección con luz** es una variación del sistema de carrusel que cada día se vuelve más común. En estos sistemas, los selectores de pedidos recolectan artículos designados directamente en cajas o en bandas transportadoras, a partir de lugares o depósitos de almacenamiento **iluminados** en un carrusel. Una serie de luces o un **árbol de luces** frente a cada lugar de recolección, indica el número de artículos para recolectar ahí. Una variación del sistema de recolección con luz es la **colocación con luz**, en donde los selectores de pedidos ponen los productos en los contenedores iluminados. Cada contenedor o bolsa se asigna a un pedido o cliente específico, de modo que la luz indica cuáles clientes van a recibir un producto específico.

Consideraciones especiales del manejo

La misión principal del manejo de materiales es facilitar el flujo de la mercancía de una manera ordenada y eficiente del fabricante al punto de venta. Esta sección identifica y analiza consideraciones especiales importantes para seleccionar y operar el equipo de manejo de materiales.

Cumplimiento electrónico

La satisfacción del cumplimiento electrónico traslada algunas demandas especiales al almacenamiento y manejo de materiales de una empresa. Los minoristas electrónicos y tradicionales que se mueven al ambiente electrónico de ventas han sido obligados a adaptar sus procesos para cumplir las necesidades específicas de este mercado. Cuatro consideraciones específicas que afectan el almacenamiento y el manejo de materiales en un ambiente de cumplimiento electrónico son el volumen del pedido, los productos, las personas y el seguimiento.⁶ Primero, para atender a los clientes finales, una típica planta de cumplimiento electrónico debe procesar una gran cantidad de pedidos muy pequeños. Esto significa que es difícil lograr economías de escala sustanciales para las operaciones de recolección. Segundo, las plantas de cumplimiento electrónico deben manejar una amplia variedad de productos, lo cual se traduce en inventarios grandes y la utilización de prácticas a través del flujo para consolidar los pedidos para embarque. Las empresas que eligen consolidar los pedidos deben tener la capacidad para recibir y combinar con rapidez y eficacia una gran cantidad de pedidos muy pequeños. Tercero, una planta de cumplimiento electrónico exige mucho a las personas porque la flexibilidad requerida en la recolección reduce la selección del pedido a una aplicación manual o limitada de la tecnología de recolección con luz. En muchos casos, las operaciones de cumplimiento electrónico son estacionales, lo cual aumenta la necesidad de capacitación para los empleados nuevos y estacionales. Cuarto, las mayores expectativas del cliente en relación con el seguimiento requieren que se detecten y registren de manera electrónica muchas actividades dentro del almacén, para establecer una interfaz con el transportista. A pesar del rápido crecimiento en las ventas electrónicas al menudeo, muchas empresas todavía intentan determinar los procesos más adecuados de almacenamiento y de manejo de materiales para apoyar esta actividad. En muchos casos, estos minoristas electrónicos subcontratan el cumplimiento a proveedores de servicios integrados (ISP). En cualquier caso, el ambiente de menudeo electrónico seguirá aumentando la demanda de una operación más oportuna, reactiva e integrada del almacén y el manejo de materiales.

Preocupaciones ambientales

Existe una preocupación creciente relacionada con el impacto ambiental de las operaciones del almacén. En particular, la atención se ha centrado en el impacto del equipo de manejo de materiales; es decir, los montacargas. La contaminación de los montacargas no eléctricos es similar a la de los motores de los automóviles. También hay un mayor interés en relación con el manejo y la eliminación de materiales peligrosos utilizados o guardados en las operaciones del almacén. Las empresas tienen que asegurar que tales materiales se eliminen de manera adecuada para evitar responsabilidades por contaminación.

Ambiente regulatorio

El almacén de distribución es una de las operaciones que exigen más la mano de obra a casi todas las empresas. También es una de las más peligrosas, porque ocurren aproximadamente 100

⁶ Amy Hardgrove, "Fulfillment: The Last Step in the E-Tail Process", *Grocery Distribution*, julio/agosto de 2000, pp. 27-30.

fallecimientos y 95 000 lesiones cada año.⁷ Para reducir estas cifras, la OSHA ha extendido su influencia regulativa sobre las operaciones y la tecnología del almacén. En marzo de 1999, la OSHA estableció la regulación de capacitación de operarios de vehículos eléctricos industriales (Powered Industrial Truck Operator Training, PITOT), que exige capacitar y reevaluar a todos los conductores de montacargas. Aquellos que no aprueban la evaluación y los involucrados en accidentes deben someterse a una capacitación de refuerzo. Otra regulación en evolución se concentra en el peso de la carga y su ángulo. Muchas de las identificadas son lesiones en la espalda y en la columna vertebral, provocadas por levantar las cajas maestras o las cargas unitarias de manera inadecuada. Ahora la OSHA establece límites en el peso que pueden levantar las personas, el ángulo del levantamiento y el número de acciones repetitivas. Se calcula el peso recomendado, el cual comienza en 51 libras (24 kilogramos), y se restan factores relacionados con la distancia y la cantidad. Para las tareas de manejo de materiales más repetitivas, el peso límite aprobado va de 20 a 30 libras (10 a 15 kilogramos). Un tercer interés de la OSHA es la limpieza del almacén, sobre todo en las plantas de alimentos y productos farmacéuticos. Los pisos y las áreas de trabajo deben estar bastante limpios para inhibir la aparición de roedores y evitar que los trabajadores tropiecen o resbalen. Es fundamental diseñar operaciones de almacén que consideren estos límites, porque las multas pueden ser cuantiosas y la responsabilidad legal puede provocar demandas excesivas.

Procesamiento de devoluciones

Por diversas razones, la mercancía puede regresar o devolverse a un fabricante. Esto ocurre sobre todo en un ambiente electrónico de menudeo, en donde hasta 30% de los pedidos son devueltos. Normalmente la cantidad o la regularidad de dicha logística inversa no justifican el movimiento de cargas unitarias, de modo que el único método conveniente para procesar los flujos inversos de mercancía es el manejo manual. En un grado práctico, el diseño del manejo de materiales debe considerar el costo y el impacto del servicio de la logística inversa. Tales flujos implican tarimas, cajas de cartón y materiales de empaque, además de mercancía dañada, expirada o excesiva. Muchas empresas optan por procesar las devoluciones mediante un proveedor de servicios integrados para separar los flujos y reducir la posibilidad de errores o contaminación.⁸

Resumen

El empacado tiene un impacto importante en el costo y la productividad de la logística. La compra de materiales empacados, el diseño de empaques y la necesidad posterior de eliminar materiales, representan los costos más obvios del empacado. Éste afecta el costo de todas las actividades logísticas. El control del inventario depende de la precisión de los sistemas de identificación manual o automática determinados por el empaque del producto. La velocidad, la precisión y la eficiencia de la selección de pedidos son afectadas por la identificación, la configuración y la facilidad de manejo de los paquetes. El costo del manejo depende de la capacidad y las técnicas de agrupación en una sola unidad. Los costos de transporte y almacenamiento son dirigidos por el tamaño y la densidad del empaque. El servicio al cliente depende del empacado para lograr un control de calidad durante la distribución, para ofrecer información y comodidad al cliente, así como para cumplir las regulaciones ambientales. El concepto de aplazamiento del empacado para lograr una flexibilidad estratégica es muy importante, dada la creciente extensión y complejidad de las cadenas de suministros globales y los costos de ubicar plantas nuevas.

El manejo de materiales de alto rendimiento es fundamental para la productividad del almacén por varias razones importantes. Primero, se dedica una cantidad significativa de horas de mano de obra al manejo de materiales. Segundo, la capacidad de manejo de materiales limita los beneficios directos que se pueden obtener mediante una mejor tecnología de la información. Aunque la tecnología de la información ha introducido nuevas tecnologías y capacidades, en el manejo de materiales prevalece la necesidad de mano de obra. Tercero, hasta hace poco tiempo, el manejo de materiales no se ha administrado de manera integrada con otras actividades logísticas, ni ha

⁷ Alison Paddock, "Operator Training: Setting the Goals", *Grocery Distribution*, julio/agosto de 2000, p. 34.

⁸Para un análisis detallado de la logística inversa consulte el capítulo 11.

recibido mucha atención de la administración principal. Por último, la tecnología de automatización capaz de reducir la mano de obra para el manejo de materiales apenas comienza a alcanzar su potencial completo.

Aunque se analizan por separado, el empacado, la agrupación en una sola unidad y el manejo de materiales representan partes integrales del sistema operativo logístico. Los tres deben considerarse al diseñar una cadena de suministro integrada.

Preguntas desafiantes

1. Proporcione un ejemplo que ilustre la diferencia entre el empacado para el cliente y el empacado industrial.
2. ¿Cuál es el propósito principal de los códigos de barras o la RFID en el empacado? ¿La función es diferente en el manejo de materiales?
3. Analice las diferencias entre los contenedores rígidos y no rígidos. Analice la importancia de asegurar la carga en la agrupación en una sola unidad.
4. ¿Cuáles beneficios tienen los materiales flexibles para cargas unitarias en comparación con los contenedores rígidos?
5. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la utilización de equipo retornable?
6. En términos del manejo de materiales básico, ¿cuál es la función de una carga unitaria?
7. ¿Por qué los sistemas de manejo automatizados no cumplieron su potencial esperado?
8. Compare y contraste la selección de pedidos y la automatización de las cargas unitarias.
9. ¿Cuál es la lógica de los “anaqueles vivos”?
10. ¿Qué tipo de producto y de aplicaciones logísticas son más convenientes para un sistema AS/RS?

Integración de las operaciones

Por qué la integración crea valor

Concepto y análisis de los sistemas

Objetivos de la integración logística

Capacidad de respuesta

Reducción de la variación

Reducción del inventario

Consolidación de un embarque

Calidad

Apoyo al ciclo de vida

Integración de la empresa

Obstáculos para la integración de la empresa

La gran división

¿Cuánta integración es suficiente?

Procesos de la cadena de suministro

Visibilidad de la cadena de suministro

Consideración simultánea de los recursos

Utilización de los recursos

Planificación de las ventas y las operaciones (S&OP)

Aplicaciones de la planificación de la cadena de suministro

Panorama general de un sistema APS

Consideraciones en la planificación de la cadena de suministro

Determinación de precios

Fundamentos de la determinación de precios

Problemas de la determinación de precios

Determinación de los precios del menú

Resumen

El tema dominante de la colaboración en la cadena de suministro es el avance de la integración operativa. Los beneficios alcanzables de la colaboración se relacionan directamente con capturar eficiencias entre las funciones dentro de una empresa, al igual que a través de las empresas que constituyen una cadena de suministro local o internacional. Este capítulo se concentra en los desafíos de una administración integrada al examinar por qué la integración crea un valor y al detallar los desafíos de la integración de la empresa y de la cadena de suministro. Se identifican los procesos esenciales de la cadena de suministro. A continuación, la atención se dirige a las tecnologías de la información disponibles para facilitar la planificación integrada de la cadena de suministro. El capítulo concluye con un repaso de la determinación de los precios. En el análisis final, las prácticas y la administración de los precios son fundamentales para la continuidad de la cadena de suministro.

Por qué la integración crea valor

Los beneficios y los desafíos básicos de la administración integrada se presentaron en el capítulo 1. Para explicar mejor la importancia de la administración integrada, es útil señalar que los clientes poseen cuando menos tres perspectivas del valor.

La perspectiva tradicional del valor es el **valor económico**. Éste se construye en las economías de escala por medio de las operaciones como una fuente de eficiencia. Una economía de escala busca utilizar completo el activo fijo para lograr el costo total más bajo. El valor económico se concentra en la eficiencia de crear el producto/servicio y se refiere a hacer las cosas lo mejor posible. Lo que el cliente obtiene del valor económico es una calidad alta a un bajo precio.

Una segunda perspectiva del valor es el **valor en el mercado**. Éste trata de presentar un surtido atractivo de productos en el momento y en los lugares correctos para obtener eficiencia. El valor en el mercado se concentra en lograr una economía de alcance en la presentación del producto/servicio. La creación de operaciones de cumplimiento en centros comerciales con muchos vendedores, tiendas minoristas de comercialización masiva en gran escala y comercio electrónico con múltiples vendedores, son iniciativas para lograr un **valor en el mercado**. En términos de valor en el mercado, el cliente obtiene **un surtido y opciones convenientes del producto/servicio**.

Conseguir los valores económico y en el mercado es importante para los clientes. Sin embargo, cada vez más empresas reconocen que el éxito empresarial también depende de una tercera perspectiva del valor, conocida como **relevancia**. Ésta implica personalizar los servicios de valor agregado, más allá del producto y el posicionamiento, que hacen una verdadera diferencia para los clientes. El valor de la relevancia significa los productos y los servicios correctos, reflejados por el valor en el mercado, al precio correcto, reflejados por el valor económico, modificados, secuenciados, sincronizados y posicionados de una manera que crea una diversidad valiosa en los segmentos. Por ejemplo, en el contexto de un cliente, la relevancia significa transformar los ingredientes en alimentos listos para comer. En la venta al menudeo de mercancías generales, la relevancia significa transformar los productos en ropa de moda. En la manufactura y el ensamblado, la relevancia se consigue al integrar los componentes específicos en productos para aumentar la funcionalidad que necesita un cliente específico. En términos de la relevancia, el cliente obtiene una versión única del producto/servicio.

La obtención simultánea de un valor económico, un valor en el mercado y un valor de relevancia requiere la integración total del proceso empresarial general y se conoce como la propuesta integrada de valor administrativo, la cual se presenta en la tabla 11.1.

Concepto y análisis de los sistemas

El **concepto de sistemas** es una estructura analítica que busca la integración **total** de los componentes esenciales para conseguir los objetivos planteados. Los componentes de un sistema logístico son típicamente llamados funciones. Las funciones logísticas, analizadas en el capítulo 2, se identificaron como el procesamiento de pedidos, el inventario, el transporte, el almacenamiento, el manejo y empacado de materiales, así como el diseño de la red de la planta. El **análisis de sistemas**, aplicado a la logística, busca cuantificar las soluciones intermedias entre

TABLA 11.1
Propuesta integrada
de los valores de la ad-
ministración

Valor económico	Valor en el mercado	Valor de relevancia
<ul style="list-style-type: none"> Costo total más bajo Eficiencia de las economías de escala Creación del producto/servicio 	<ul style="list-style-type: none"> Surtido atractivo Eficacia de las economías de alcance Presentación del producto/servicio 	<ul style="list-style-type: none"> Personalización Diversidad de los segmentos Posicionamiento del producto/servicio
Estrategia de adquisición/ manufactura	Estrategia de mercado/ distribución	Estrategia de la cadena de suministro

estas funciones. La meta de la metodología del análisis de sistemas es crear un esfuerzo total o integrado, el cual es mayor que la suma de las partes o funciones individuales. Dicha integración crea una interrelación sinérgica entre las funciones en la búsqueda de un logro general superior. En la terminología de los sistemas, la excelencia funcional se define en términos de cómo contribuye una función al proceso general, en contraste con el desempeño aislado en un área específica. Hasta las últimas décadas del siglo XX, la integración de los procesos era pasada por alto por los administradores, acostumbrados a buscar la excelencia en las funciones. El rápido avance en las tecnologías de la información ha aumentado la capacidad para identificar y comprender las soluciones intermedias que mejoren la logística y las iniciativas de la cadena de suministro.

Cuando se analiza desde una perspectiva de los procesos, la meta es un desempeño equilibrado entre las áreas funcionales dentro de una empresa y a través de la cadena de suministro. Por ejemplo, las economías de la manufactura se suelen minimizar mediante grandes tirajes de producción y costos de adquisición bajos. En contraste, la administración integrada de procesos plantea preguntas relacionadas con el costo total y el impacto en el cliente de tales prácticas. Una orientación financiera tradicional suele buscar la minimización de los inventarios. Aunque éstos siempre deben mantenerse lo más reducidos que sea posible, las disminuciones arbitrarias bajo un nivel requerido para facilitar las operaciones integradas suelen aumentar el costo total. La intención básica de la mercadotecnia es tener un inventario disponible de artículos terminados en los mercados locales. Se cree que el inventario almacenado en un área geográfica cercana a los clientes facilita las ventas. Como previsión, ese despliegue del inventario es arriesgado y puede estar en conflicto directo con el proceso del costo total más bajo. De hecho, las estrategias de conectividad y cumplimiento electrónicos impulsan estrategias completamente diferentes de conservación de existencias y de logística.

En el análisis de sistemas, la atención se concentra en la interacción entre los componentes. Cada componente contribuye a una función específica esencial para lograr los objetivos del sistema. Por ejemplo, considere un sistema estéreo de alta fidelidad. Se integran muchos componentes para el propósito único de reproducir sonidos. Los altavoces, transistores, amplificadores y otros componentes sólo funcionan si contribuyen para un sonido de calidad. Sin embargo, si uno de estos componentes no funciona hace que fracase el rendimiento del sistema estéreo.

Se pueden plantear algunos principios relacionados con la teoría general de los sistemas. Primero, el desempeño del sistema o proceso total tiene una importancia singular. Los componentes sólo son importantes si mejoran el desempeño total del sistema. Por ejemplo, si el sistema estéreo obtiene un sonido superior con dos altavoces, no es necesario incluir altavoces adicionales. Segundo, los componentes individuales no necesitan tener un diseño óptimo o máximo. El énfasis está en la relación integrada entre los componentes que constituyen el sistema. Por ejemplo, los transistores están ocultos en el sistema estéreo, por lo tanto, no necesitan ser estéticamente agradables. Gastar tiempo y dinero en el diseño de un transistor atractivo no es necesario en términos de la integración del sistema. Tercero, entre los componentes existe una relación funcional, llamada **solución intermedia**, que sirve para estimular u obstaculizar el desempeño total del sistema. Suponga que una solución intermedia permite utilizar un amplificador de menor calidad si se incluye un transistor adicional en el sistema. El costo del transistor adicional debe justificarse en términos de ahorros en el costo del amplificador. Por último, los componentes vinculados como un sistema integrado pueden producir un resultado final mayor que el posible a través del desempeño individual. De hecho, el resultado deseado puede ser inalcanzable sin dicho desempeño integrado. Un sistema estéreo técnicamente puede funcionar sin altavoces, pero es imposible escuchar algún sonido.

Los principios del análisis de sistemas son básicos y su lógica es coherente. Se espera que un proceso con una integración entre las funciones logre resultados más grandes que uno deficiente en el desempeño coordinado. En los sistemas logísticos, el desempeño sinérgico se orienta a un servicio al cliente al costo total más bajo posible. Aunque es un concepto lógico e indiscutible, la aplicación eficaz de la integración de los sistemas es operativamente difícil. En el análisis final, importa poco cuánto gasta una empresa para realizar una función específica, como el transporte, siempre y cuando se consigan las metas generales del desempeño al costo total más bajo.

Objetivos de la integración logística

Para alcanzar la integración logística en el contexto de una cadena de suministro, deben lograrse al mismo tiempo seis objetivos operativos: 1) capacidad de respuesta, 2) reducción de la variación, 3) reducción del inventario, 4) consolidación de los embarques, 5) calidad, y 6) apoyo al ciclo de vida. La importancia relativa de cada uno se relaciona directamente con la estrategia logística de una empresa.

Capacidad de respuesta

La capacidad de una empresa para satisfacer los requerimientos del cliente de una manera oportuna se conoce como **capacidad de respuesta**. Como se ha señalado repetidamente, las tecnologías de la información facilitan las estrategias basadas en respuestas que permiten aplazar el compromiso operativo hasta el último momento posible, seguido por una entrega acelerada. La implementación de estrategias reactivas sirve para reducir los inventarios comprometidos o desplegados en previsión de los requerimientos del cliente. La capacidad de respuesta sirve para trasladar el énfasis operativo de la predicción de los requerimientos futuros a la atención rápida de los clientes desde el pedido hasta el embarque. En un sistema reactivo, lo ideal es no desplegar el inventario hasta que se comprometa un cliente. Para apoyar dicho compromiso, una empresa debe tener los atributos logísticos de disponibilidad del inventario y entrega oportuna una vez recibido el pedido del cliente.

Reducción de la variación

Todas las áreas operativas de un sistema logístico son susceptibles a la variación; la cual surge cuando no se realiza de la manera prevista una faceta esperada de las operaciones logísticas. Por ejemplo, un retraso en el procesamiento de los pedidos, la interrupción inesperada en la selección de pedidos, los artículos que llegan dañados al lugar del cliente y/o no poder entregar en el lugar correcto a tiempo, crean una variación no planificada en el ciclo desde el pedido hasta la entrega. Una solución común para salvaguardar la variación negativa es utilizar sistemas de seguridad en el inventario para amortiguar las operaciones. También es común utilizar un transporte de primera calidad para superar la variación inesperada que retrasa las entregas planificadas. Tales prácticas, debido a que se asocian con un costo elevado, se pueden minimizar mediante tecnologías de la información para mantener un control logístico positivo. En la medida en que se minimiza la variación, mejora la productividad logística. Por lo tanto, la **reducción de la variación**, la eliminación de las interrupciones en el sistema, es un objetivo básico de la administración logística integrada.

Reducción del inventario

Para lograr el objetivo de la **reducción del inventario**, un sistema logístico integrado debe controlar cómo se compromete el activo y la velocidad de rotación. El compromiso del activo es el valor financiero de desplegar el inventario. La velocidad de rotación refleja la rapidez con que se reabastece el inventario con el tiempo. Las velocidades altas de rotación, acopladas con la disponibilidad recomendada del inventario, significan que el activo dedicado al inventario se utiliza de manera eficiente; es decir, se minimiza el activo general comprometido para apoyar una operación integrada.

Es importante recordar que el inventario facilita los beneficios recomendables. Los inventarios son fundamentales para lograr economías de escala en la manufactura y la adquisición. El objetivo es reducir y administrar el inventario al nivel más bajo posible, al mismo tiempo que se logran los objetivos generales de desempeño de la cadena de suministro.

Consolidación de un embarque

Uno de los costos logísticos más importantes es el del transporte. Más de 60 centavos de cada dólar de la logística se gasta en él. El costo del transporte se relaciona directamente con el tipo de producto, el tamaño del embarque y la distancia del movimiento. Muchos sistemas logísticos que incorporan un cumplimiento directo dependen del transporte de embarques pequeños a una velocidad alta, lo cual es costoso. El objetivo de un sistema es lograr la **consolidación de un embarque** en un esfuerzo por reducir el costo del transporte. Como regla general, entre más grande

es un embarque y mayor es la distancia recorrida, más bajo es el costo por unidad. La consolidación requiere programas innovadores para combinar los embarques pequeños en un movimiento consolidado oportuno. Dichos programas requieren una coordinación con diversos medios que trasciendan la cadena de suministro. El cumplimiento exitoso del comercio electrónico directo a los clientes requiere modos innovadores para lograr una consolidación eficaz.

Calidad

Un objetivo operativo fundamental es el mejoramiento continuo de la **calidad**. La administración de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés) es una iniciativa importante para casi todas las facetas de la industria. Los aspectos de la calidad se analizaron en los capítulos 3 y 4. Si un producto contiene defectos o no se cumplen las promesas de servicio, se agrega muy poco valor mediante el proceso logístico. Los costos logísticos, una vez realizados, no pueden invertirse o recuperarse. De hecho, cuando falla la calidad de un producto después de la entrega al cliente y se requiere una sustitución, los costos logísticos se acumulan con rapidez. Además del costo logístico inicial, los productos deben devolverse y enviarse de nuevo. Tales movimientos no planificados cuestan más que la distribución original. Por esta razón el compromiso con un desempeño de cero defectos desde el pedido hasta la entrega es una meta importante de la logística de alto nivel.

La logística misma se realiza bajo condiciones desafiantes. La dificultad de lograr una logística de cero defectos es amplificada por el hecho de que las operaciones logísticas se realizan a través de una enorme área geográfica durante todo el día y la noche, y sin una supervisión directa.

Apoyo al ciclo de vida

El objetivo final al diseñar la integración es el **apoyo al ciclo de vida**. Pocos artículos se venden sin alguna garantía de que el producto funcionará como se promueve. En algunas situaciones, debe invertirse el flujo inicial hacia los clientes del inventario de valor agregado. La devolución de un producto es común como resultado de los estándares de calidad cada vez más rígidos, la fecha de caducidad del producto y la responsabilidad por consecuencias peligrosas. La logística inversa también es el resultado del creciente número de leyes que estimulan el reciclaje de los envases de bebidas y los materiales de empacado. El punto importante relacionado con la logística inversa es la necesidad de conservar el máximo control cuando existe una posible responsabilidad acerca de la salud, como un producto contaminado. Los requerimientos operativos para la logística inversa van desde el costo total más bajo, como cuando se devuelven botellas para reciclado, hasta un control máximo en las situaciones relacionadas con productos defectuosos. Las empresas que diseñan una logística inversa eficiente son capaces de recuperar un valor al reducir la cantidad de productos que de otra manera se desecharían o venderían con precio de descuento. Una estrategia integrada sólida no se puede formular sin una revisión cuidadosa de los requerimientos de la logística inversa.

Para algunos productos, como el equipo de copiado, la ganancia principal estriba en la venta de suministros y el servicio después de la venta para dar mantenimiento al producto. La importancia del apoyo del ciclo de vida es muy diferente en situaciones donde la mayoría de las ganancias cero vienen después de la venta. Para las empresas que comercializan equipo duradero o industrial, el compromiso para apoyar el ciclo de vida constituye una oportunidad de mercadotecnia versátil y exigente, al igual que uno de los costos más grandes de las operaciones logísticas. El apoyo al ciclo de vida requiere una logística **de la cuna a la cuna**. Este tipo de apoyo va más allá de la logística inversa y del reciclaje para incluir la posibilidad del servicio después de la venta, la devolución del producto y la eliminación de éste.

Integración de la empresa

El nivel básico de integración son las operaciones internas de las empresas individuales. Para los administradores inexpertos, la integración de las funciones bajo el control administrativo de una empresa puede parecer fácil de conseguir. En la práctica real, algunos de los problemas más desafiantes de la integración implican soluciones intermedias entre las funciones dentro de una compañía específica. Como se señaló antes en el análisis de los sistemas, la administración funcional se arraiga como la mejor práctica dentro de casi todas las empresas.

Obstáculos para la integración de la empresa

Los administradores no intentan integrar las operaciones en el vacío. Es importante reconocer los obstáculos que inhiben la integración de los procesos. Los obstáculos para la integración interna se originan en las prácticas tradicionales relacionadas con la organización, los sistemas de medición y las recompensas, la eficacia del inventario, la estructura infocrática y el acaparamiento del conocimiento.

Organización

La estructura organizacional de una empresa puede sofocar los procesos entre las funciones. Casi todas las organizaciones empresariales buscan alinear la autoridad y la responsabilidad con base en el trabajo funcional. En esencia, la estructura y el presupuesto financiero vigilan la responsabilidad en el trabajo. La práctica tradicional ha sido agrupar a todas las personas relacionadas con la realización de un trabajo específico en departamentos funcionales como control del inventario, operaciones de almacenamiento o transporte. Cada una de estas organizaciones tiene una responsabilidad operativa, la cual se refleja en las metas de su función.

Por ejemplo, el transporte y el inventario siempre se han administrado mediante unidades organizacionales separadas. Cuando están aislados, las metas para administrar ambos elementos pueden ser contradictorias. Las decisiones del transporte dirigidas a reducir el costo del flete requieren la consolidación de los embarques, pero la consolidación del transporte puede provocar que aumente el inventario.

Los términos populares para describir dicha miopía funcional son mentalidad de **arenero** o de **granero**. La noción administrativa tradicional era que la excelencia funcional equivalía automáticamente a un desempeño superior. En la administración de los procesos integrados importa poco cuánto se gasta para realizar una función específica, siempre y cuando se logren las metas de desempeño de los procesos al costo total más bajo. Una integración exitosa de los procesos, es decir la logística, requiere que los administradores vean más allá de su estructura organizacional y alcancen la integración entre funciones. Esto puede o no requerir un cambio en la organización. No obstante, la integración exitosa de los procesos requiere una modificación significativa en la conducta administrativa tradicional.

Sistemas de medición y recompensas

Los sistemas tradicionales de medición y recompensas dificultan coordinar las funciones entre sí. Los sistemas de medición suelen reflejar la estructura de la organización. Casi todos los sistemas de recompensas se basan en la realización de las funciones. Para facilitar la integración de los procesos internos deben desarrollarse nuevas medidas, llamadas **tarjetas de calificación ponderadas o cuadro de mando integral**. Es necesario alentar a los administradores para que consideren cómo contribuye una función específica a un proceso, en vez de apreciar su desempeño por separado. A veces, una función tiene que absorber mayores costos por el bien de lograr un costo total más bajo del proceso. A menos que esté en vigor un sistema de medición y recompensas que no castigue a los administradores que absorben un costo, la integración seguirá siendo más una teoría que una práctica.

Eficacia del inventario

Es un hecho comprobado que hacer eficaz el inventario facilita el desempeño funcional. La posición tradicional es mantener un inventario suficiente como protección contra la demanda y la incertidumbre operativas. La acumulación de materiales e inventario terminado vuelve eficaz una economía de escala de manufactura máxima. Dicha economía de escala es el resultado de un costo de manufactura más bajo por unidad. El inventario comprometido desde un principio con los mercados locales puede hacer eficaces las ventas. Aunque tales prácticas crean beneficios, se consiguen a un costo que no se suele asignar a esa función. El desafío de la integración es equilibrar el costo/beneficio de tal eficacia y los riesgos asociados con la obsolescencia posible del inventario.

Estructura infocrática

Las tecnologías de la información facilitan de manera importante la integración de los procesos. Se genera un problema significativo por el hecho de que la estructura y la disponibilidad de la información durante mucho tiempo se han basado en las relaciones funcionales de la organización.

Como resultado, el formato de la información está en términos de los requerimientos y la responsabilidad de las funciones. Esta práctica inicial en el formato de la información ha desarrollado lo que se conoce como estructura infocrática. El contenido y el flujo de la información disponible siguen las líneas funcionales de decisión y control de la organización vigentes desde mucho tiempo atrás. Cuando los administradores intentan reorganizar los procesos entre las funciones, la estructura infocrática sirve como una fuerza invisible para conservar los flujos de información tradicionales de las funciones. El impacto de la estructura infocrática es una de las razones principales por la que los sistemas de planificación de los recursos de la empresa (Enterprise Resource Planning, ERP) tienen un enorme atractivo para la administración. La estructura infocrática también ayuda a explicar por qué son tan difíciles las implementaciones de un ERP.¹

Acumulación del conocimiento

En casi todas las situaciones empresariales el conocimiento es poder, de modo que es frecuente la poca disposición para compartirlo y la falta de comprensión de cómo hacerlo. Al imponer la especialización en las funciones y al desarrollar una fuerza de trabajo compuesta por expertos, las organizaciones inherentemente condenan la integración de los procesos. Por ejemplo, considere el caso donde un empleado experimentado se retira o por alguna otra razón abandona una empresa. El personal sustituto debe tener el tiempo suficiente para aprender, pero si la información es restringida, ni todo el tiempo del mundo ayuda al empleado nuevo a avanzar.

Ocurre una situación más seria cuando los administradores no pueden o no son capaces de desarrollar procedimientos y sistemas para transferir el conocimiento entre las funciones. Gran parte del trabajo de los procesos es compartido entre los puestos y no se limita a un área funcional específica, de modo que es vital la transferencia del conocimiento y la experiencia.

La gran división

Es evidente que muchos obstáculos dificultan la integración de las funciones. En cierta medida, los cinco obstáculos mencionados antes han contribuido a una situación común en los negocios conocida como la **gran división**. Ésta refleja una condición organizacional en donde la integración conseguida de un extremo a otro es parcial, no completa, como se aprecia en la figura 11.1. La situación más común es cuando una empresa logra sólo una integración parcial de la distribución/mercadotecnia en el lado externo de la empresa y de la adquisición/manufactura en el lado interno. La paradoja es que las empresas parecen ser capaces de lograr operaciones muy integradas con los proveedores a quienes compran materiales y componentes. Las empresas también unen sus operaciones en la atención al cliente. Tales iniciativas reflejan una integración entre funciones que, de hecho, se extiende más allá de una sola empresa. A pesar de estos logros, los administradores informan de bastantes dificultades para vincular estos dos tipos de colaboración externa en el proceso de integración de toda la empresa. En resumen, los administradores parecen conseguir una integración más exitosa con las empresas externas que con los administradores y departamentos dentro de su propia organización.²

El fenómeno de la gran división es interesante y desafiante a la vez. El hecho de que dicha discontinuidad operativa sea común entre las empresas en muchas industrias diferentes permite una generalización. Primero, parece ser más fácil la integración con los grupos externos a una empresa, como los proveedores y los clientes, cuando menos en parte, porque el equilibrio de poderes es claro y se pueden cuantificar los objetivos de la integración, como las ventas y los costos. Segundo, los ad-

¹ Consulte el capítulo 5 para un análisis detallado de los sistemas de recursos de la empresa.

² Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1999.

FIGURA 11.1
La gran división: el desafío de administrar los límites entre las funciones



ministradores principales en casi todas las organizaciones no tienen una visión lo bastante clara de los requerimientos de los procesos internos y las medidas relacionadas para impulsar una integración a través de toda la empresa. Por último, los obstáculos mencionados antes sirven para considerar la integración de un extremo a otro como un estado final difícil de lograr en casi todas las organizaciones.

Varios autores que analizan los desafíos de implementar procesos integrados han concluido que la organización tradicional normal no puede incorporar el cambio suficiente para pasar de una orientación funcional a una de procesos. Este grupo defiende que la implementación exitosa de una administración integrada de los procesos requiere un cambio estructural y filosófico importante en la práctica tradicional de las decisiones y el control. Algunos llegan incluso a defender la necesidad de desintegrar por completo la estructura organizacional tradicional.³

Casi todos los observadores de la práctica logística actual sienten que se efectúan incursiones significativas en un mejor desempeño de los procesos como resultado de modificar y reposicionar las capacidades funcionales. La clave es alinear, concentrar y medir el desempeño funcional en términos de su contribución a los procesos. La meta es cerrar la gran división mediante la consecución de una sola estrategia facilitada por procesos bien definidos, una medición relevante, una predicción y una planificación comunes, así como un sistema de recompensas de apoyo.

¿Cuánta integración es suficiente?

La pregunta fundamental acerca de la capacidad de una empresa para participar en la colaboración en la cadena de suministro es: ¿cuánta integración interna en una empresa participante es necesaria para alcanzar el éxito en la colaboración por toda la cadena de suministro? Es difícil contestar esta pregunta. Cualquier valoración debe reconocer dos hechos.

Primero, pocas (tal vez ninguna) de las disposiciones existentes de una cadena de suministro tienen, de hecho, una integración de un extremo a otro. Los ejemplos más comunes reflejan una integración de los procesos a través de la organización que se relacionan con la adquisición en la manufactura o con la mercadotecnia en la distribución. En otras palabras, la separación de estos procesos a través de toda la organización interrumpe las operaciones continuas de una cadena de suministro. Sin embargo, incluso una integración limitada parece crear un valor para las organizaciones participantes. Por lo tanto, se puede concluir que una colaboración limitada ofrece suficientes beneficios para justificar iniciativas de cadena de suministro.

Segundo, la razón número uno ofrecida por los ejecutivos para explicar el alcance limitado de una tasa alta de fracaso en la colaboración en una cadena de suministro es la incapacidad de los participantes para cumplir con lo prometido. Por ejemplo, las colaboraciones fracasan porque el departamento de manufactura de una empresa no produce para los clientes los productos prometidos por mercadotecnia. Asimismo, las colaboraciones fracasan porque mercadotecnia no le entrega al departamento de manufactura los planes promocionales oportunos y detallados para los socios de distribución en el mercado. Por supuesto, las colaboraciones también fracasan porque la logística no es capaz de cumplir las expectativas de manufactura y/o mercadotecnia. Este segundo punto de valoración sirve para apoyar la noción de que no ocurrirán colaboraciones detalladas a través de la cadena de suministro hasta que las empresas participantes logren niveles altos y creíbles de integración interna. En resumen, el éxito a largo plazo de una cadena de suministro requiere que las empresas participantes resuelvan su gran división interna. El capítulo 15 se concentra en las colaboraciones en la cadena de suministro.

Procesos de la cadena de suministro

La excelencia en la logística de la cadena de suministro requiere el logro simultáneo de ocho procesos fundamentales. La tabla 11.2 los identifica y proporciona una breve descripción de cada uno. Estos ocho procesos se han analizado en diversos puntos de los primeros diez capítulos, y, aunque no son del dominio exclusivo de la logística, algunos elementos fundamentales del desempeño logístico son parte integral para que una empresa logre un desempeño operativo de alto nivel. Por

³Christopher Meyer y David Power, "Enterprise Disintegration: The Storm Before the Calm", *Commentary*, Lexington, MA: Barker and Sloane, 1999.

TABLA 11.2
Ocho procesos de la cadena de suministro

Proceso	Descripción
Capacidad de respuesta a la planificación de la demanda	La valoración de la demanda y el diseño estratégico para lograr una máxima capacidad de respuesta a los requerimientos de los clientes.
Colaboración en las relaciones con los clientes	El desarrollo y la administración de relaciones con los clientes para facilitar que se comparta la información estratégica, la planificación conjunta y las operaciones integradas.
Cumplimiento de pedidos/entrega de servicio	La capacidad para ofrecer un desempeño superior y sustentable desde el pedido hasta la entrega y los servicios esenciales relacionados.
Iniciar desarrollo del producto/servicio	La participación en el desarrollo de servicio para los productos y el inicio ralo.
Personalización de la manufactura	El apoyo de una estrategia de manufactura y la facilitación del aplanamiento durante toda la cadena de suministro.
Colaboración en las relaciones con los proveedores	El desarrollo y la administración de las relaciones con los proveedores para facilitar que se comparta la información estratégica, la planificación conjunta y las operaciones integradas.
Apoyo del ciclo de vida	La reparación y el soporte de los productos durante el ciclo de vida, incluyendo la garantía, el mantenimiento y la reparación.
Logística inversa	La devolución y la eliminación de los inventarios de una manera económica y segura.

lo tanto, la estructura logística, la estrategia y la ejecución operativa continua deben concentrarse en lograr y mejorar sin cesar estos ocho procesos esenciales. El logro operativo simultáneo de ellos es fundamental para alcanzar una integración operativa y la excelencia en el desempeño.

La planificación operativa de la cadena de suministro requiere coordinar varios procesos identificados en la tabla 11.2. Específicamente, la capacidad de respuesta para la planificación de la demanda, la colaboración en las relaciones con los clientes, el cumplimiento de pedidos/entrega del servicio, la personalización de la manufactura o la colaboración en las relaciones con los proveedores deben coordinarse para satisfacer a los clientes y utilizar los recursos de manera eficaz. El sistema para proporcionar esta coordinación es el de planificación de la cadena de suministro.

El sistema de planificación de la cadena de suministro y de los sistemas de información relacionados buscan integrar la información y coordinar las decisiones generales de la logística y de la cadena de suministro, al mismo tiempo que reconocen la dinámica entre otras funciones y procesos de la empresa. Los tres factores que dirigen el desarrollo y la implementación de un sistema de planificación son: 1) la visibilidad de la cadena de suministro, 2) la consideración simultánea de los recursos, y 3) la utilización de estos últimos.

Visibilidad de la cadena de suministro

La primera razón para el desarrollo de un sistema de planificación es la necesidad de **visibilidad** acerca de la ubicación y el estado del inventario, y los recursos de la cadena de suministro. La visibilidad no sólo implica poder dar seguimiento al inventario y a los recursos de la cadena de suministro, sino también que la información de los recursos disponibles se evalúe y administre de manera eficaz. Por ejemplo, en cualquier momento, los fabricantes pueden tener miles de embarques en tránsito e inventario guardado en cientos de lugares por todo el mundo. No basta con poder identificar los embarques y el inventario, la visibilidad de la cadena de suministro requiere una administración de excepciones para resaltar la necesidad de planes de recursos o de actividades que minimicen o eviten los problemas potenciales.

Aunque Estados Unidos y sus aliados mostraron los beneficios de una planificación y una tecnología militar eficaces durante la Guerra del Golfo Pérsico a principios de la década de 1990, el Departamento de Defensa detectó que sus sistemas de logística y de cadena de suministro no funcionaron con el mismo estándar. La principal razón mencionada para el deficiente desempeño logístico fue la falta de visibilidad de la cadena de suministro. Por seguridad y por otras razones, el Departamento de Defensa y sus proveedores de servicios no tienen sistemas integrados de información capaces de documentar o identificar el estado o la ubicación del inventario. Existía una in-

tegración mínima entre cada servicio militar (ejército, armada, fuerza aérea) y los proveedores de servicios logísticos, como la Agencia Logística para la Defensa. Dicha integración logística nunca ha recibido una atención importante. Esta falta de integración, acoplada con el temor de que los enemigos potenciales pudieran irrumpir en el sistema de seguimiento o vigilar los movimientos, provocó que el desempeño no reflejara lo que hubiera sido posible en 1991.

Una visibilidad limitada en relación con el inventario en tránsito y los clientes de llegadas esperadas genera una incertidumbre significativa acerca de la disponibilidad de los productos. La falta de certeza en una situación donde la disponibilidad de un producto es fundamental produjo un inventario y adquisiciones adicionales para evitar que se agotaran las existencias. Aunque es evidente que ninguna fuerza militar puede tolerar un suministro escaso, los inventarios excesivos son costosos y pueden desperdiciar recursos importantes.

Consideración simultánea de los recursos

Una vez que el sistema de planificación determina el estado y la disponibilidad de los recursos mediante la visibilidad, la segunda razón para un sistema de planificación es la necesidad de considerar juntos la demanda de la cadena de suministro, la capacidad, los requerimientos de materiales y las restricciones. Los requerimientos de la cadena de suministro reflejan la demanda del cliente por una cantidad de productos, la oportunidad de la entrega y la ubicación. Aunque algunos de estos requerimientos de los clientes pueden ser negociables, la logística debe funcionar según los requerimientos y estándares acordados.

Las restricciones para cumplir los requerimientos de los clientes son los materiales, la capacidad de producción, el almacenamiento y el transporte, los cuales representan las limitaciones físicas de los procesos y las plantas. Los primeros métodos de planificación consideraban estas restricciones de la capacidad de una manera secuencial. Por ejemplo, se hace un plan inicial que opera dentro de las restricciones de producción. Después el plan inicial se ajusta para reflejar las excepciones de materiales y contratación. A continuación, se revisa el segundo plan para considerar las restricciones del almacenamiento y el transporte. Aunque los procesos y las secuencias pueden ser diferentes, la toma de decisiones en secuencia produce una planificación y una utilización de la capacidad inferiores a las óptimas.

Lograr el desempeño óptimo de una cadena de suministro requiere considerar al mismo tiempo los requerimientos relevantes de la cadena de suministro y las restricciones de la capacidad, para identificar soluciones intermedias en donde los costos funcionales más altos, como la manufactura o el almacenamiento, puedan conducir a costos generales del sistema más bajos. Un sistema de planificación necesita evaluar de manera cuantitativa las soluciones intermedias y sugerir planes que optimicen el desempeño general.

Utilización de los recursos

Las decisiones de administración de la logística de la cadena de suministro afectan en gran medida muchos de los recursos de la empresa, entre ellos la producción, las plantas y el equipo de distribución, el equipo de transporte y los inventarios. Estos recursos consumen una proporción sustancial del activo fijo y de trabajo de una empresa normal. Igual que como sucedía con los sistemas de planificación, la administración funcional se concentraba en utilizar los recursos dentro de su ámbito de responsabilidad. Por ejemplo, la administración de la producción se concentraba en minimizar la planta y el equipo requeridos para manufactura. El resultado normal eran tirajes de producción grandes con un mínimo de preparación y cambios. Sin embargo, los tirajes de producción más grandes invariablemente producen más inventario terminado, porque se fabrican cantidades sustanciales en previsión de una demanda proyectada. El inventario excesivo aumenta los requerimientos de capital de trabajo y de espacio. Los tirajes de producción extensos también requieren predicciones a más largo plazo y más precisas.

Con las soluciones intermedias de los recursos funcionales en mente, la razón final que dirige el desarrollo del sistema de planificación es la necesidad de un método coordinado que considere los requerimientos de servicio y al mismo tiempo minimice los recursos combinados de la cadena de suministro. Ésta es una capacidad fundamental cuando la cadena de suministro y el desempeño de la empresa se orientan mucho a la utilización del activo general.

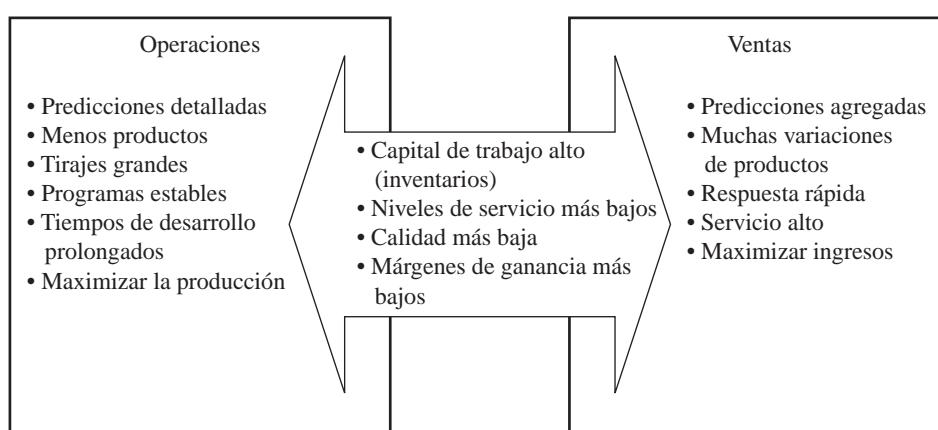
La planificación eficaz requiere una combinación de sistema de información para proporcionar los datos y administradores para tomar decisiones. La combinación de la tecnología y la administración de los procesos ahora se denomina planificación de las ventas y las operaciones (Sales and Operations Planning, S&OP). La sección siguiente ilustra algunos de los conflictos específicos asociados con la S&OP y describe los procesos principales y los componentes del sistema.

Planificación de las ventas y las operaciones (S&OP)

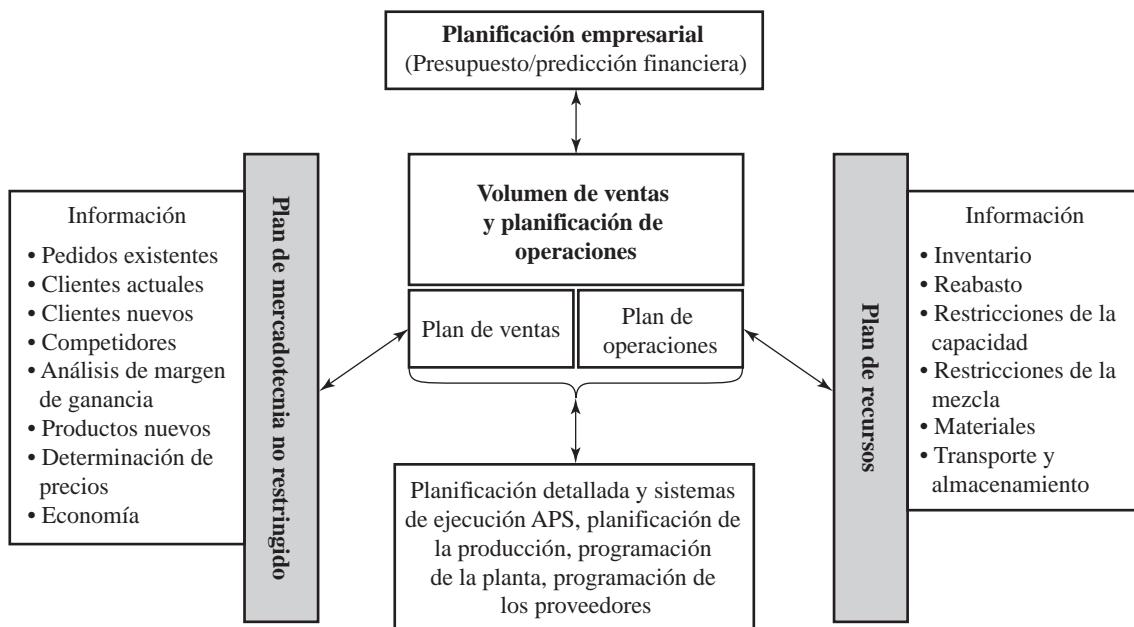
Cada vez es más necesario un proceso S&OP integrado para las operaciones eficaces de una cadena de suministro. Como se señaló en el capítulo 5, el proceso S&OP establece en colaboración un plan coordinado para responder a los requerimientos de los clientes dentro de las restricciones de recursos de la empresa. Desde hace mucho tiempo las empresas han desarrollado planes financieros, de ventas y de operaciones de manera secuencial y, a menudo, de manera independiente. Primero, finanzas desarrolla los planes de ingresos diseñados para cumplir las expectativas del sistema financiero. Segundo, ventas desarrolla planes y tácticas de mercadotecnia para cumplir los objetivos de ingresos para los grupos de productos de la empresa. Esto incluye establecer planes de innovación, determinación de precios y promoción de productos específicos para lograr los resultados deseados. Por último, las operaciones de la cadena de suministro desarrollan planes de materiales, manufactura y logísticos que cumplan las demandas de los clientes dentro de las restricciones operativas de la empresa y sus asociados en una cadena de suministro. La figura 11.2 ilustra algunos de los conflictos implícitos. Ventas quisiera vender una amplia variedad de productos, responder con rapidez a los clientes y tener tiempos de desarrollo breves. De hecho, la meta de ventas es maximizar los ingresos al proporcionar a los clientes lo que prefieren y en el modo en que lo requieran. Las operaciones de la cadena de suministro prefieren minimizar las variaciones de productos y los cambios en la producción, restringir las variaciones en el programa y extender los tiempos de desarrollo para aprovechar las economías de escala. De hecho, un elemento principal de las operaciones de la cadena de suministro es aprovechar las economías de escala de la manufactura, el transporte y el manejo de materiales y/o productos. Dado que existe una posibilidad importante de conflictos en estos objetivos, como cumplir las peticiones únicas de los clientes en contra de las economías de escala de las operaciones, es necesario buscar soluciones intermedias de manera sistemática y generar planes coherentes en colaboración. Esto incluye desarrollar y acordar las predicciones, la introducción de productos, las tácticas de mercadotecnia y los planes operativos que puedan cumplir los compromisos financieros y con los clientes dentro de las restricciones de la empresa.

FIGURA 11.2
Planificación de
los conflictos en los
procesos

Equilibrio de los objetivos



El método funcional tradicional para planificar conduce a intereses diferidos, acciones menos que óptimas y mejoramiento más lento.

FIGURA 11.3 Un proceso S&OP

Aunque la S&OP considera muchos elementos de las tecnologías de la información, no es simplemente una aplicación de éstas. Es una combinación de los sistemas de información con elementos significativos de finanzas, mercadotecnia y planificación de la cadena de suministro, integrados con procesos organizacionales y la responsabilidad para desarrollar consensos y ejecutar planes en colaboración. Por lo tanto, una S&OP eficaz requiere una combinación de procesos y tecnología dentro de una organización que colabora. La figura 11.3 ilustra el proceso de la S&OP. El primer componente del proceso es un plan empresarial en términos de una predicción financiera y el presupuesto correspondiente. Este plan sirve para guiar los niveles de actividad y determinar los requerimientos agregados de volumen y de recursos. El segundo componente de la S&OP es el plan de ventas, desarrollado a partir del plan de mercadotecnia no restringido; este último determina el nivel máximo de ventas y rentabilidad que puede conseguirse si no existieran restricciones operativas de la cadena de suministro. Como lo indica la figura 11.3, este plan sintetiza la información relacionada con los pedidos disponibles, clientes actuales, clientes nuevos, competidores, márgenes de ventas, posibles productos nuevos, precios y la economía general para proyectar lo que serían las ventas si no hubiera restricciones en la cadena de suministro o en las ventas. El componente final de la S&OP es el plan de recursos, el cual se desarrolla a partir de las restricciones de recursos internas y de los asociados de la empresa. El plan de operaciones sintetiza las demandas y las restricciones de recursos para identificar y evaluar las soluciones intermedias posibles.

Los planes empresarial, de mercadotecnia no restringido y de recursos, se integran y sincronizan a través del proceso de la S&OP, el cual requiere una combinación de tecnología para identificar y evaluar las restricciones de la integración, al igual que la información administrativa para determinar cuáles excepciones pueden evitarse por medio de priorizar los embarques de los clientes, cambios en los planes de mercadotecnia, operaciones de tiempo extra, o subcontratación de la producción. Una vez completado el proceso S&OP para los períodos actual y futuro, el resultado es un plan común y coherente que sintetiza los planes financieros y de mercadotecnia de la empresa con sus capacidades de recursos. Una vez aprobado este plan agregado, se convierte en la base de sistemas más detallados de aplicación de la planificación en la cadena de suministro. La sección siguiente analiza algunas de estas aplicaciones en detalle.

Si bien no todas las empresas emplean un proceso S&OP integrado y coordinado, prácticamente todas desarrollan planes empresariales, de mercadotecnia y operativos. Cuando el proceso S&OP no está integrado ni se hace en colaboración, no existen ciclos de retroalimentación ni sincronización. El resultado es una alta probabilidad de que no sea coherente y de que surjan conflictos. Como se indicó en la figura 11.2, tales conflictos suelen producir clientes insatisfechos y/o utilización deficiente de los recursos. Es importante observar que las flechas en la figura 11.3 son bidireccionales, lo cual indica que un proceso S&OP eficaz requiere información del flujo y la colaboración en ambos sentidos. Las empresas cada día se interesan más en un proceso S&OP más formal y en colaboración para facilitar el cumplimiento de los requerimientos precisos de clientes cada vez más exigentes dentro de las restricciones impuestas por empresas cada vez más conscientes del activo.

Aplicaciones de la planificación de la cadena de suministro

Las aplicaciones de la planificación de la cadena de suministro aumentan en número y en alcance. Tales aplicaciones evolucionan para facilitar la consideración de un rango más amplio de actividades y recursos dentro del alcance de los planes de la cadena de suministro. Sin embargo, existen algunas aplicaciones que son comunes para muchos ambientes de planificación. Entre ellas están la administración de la demanda, la planificación de la producción, de los requerimientos y del transporte.

Administración de la demanda

La creciente complejidad de las ofertas de productos y las tácticas de mercadotecnia, junto con ciclos de vida del producto más cortos, hacen necesarias más precisión, flexibilidad y uniformidad para determinar los requerimientos del inventario. Los sistemas de administración de la demanda intentan proporcionar dichas capacidades.

La administración de la demanda desarrolla la predicción dentro de los procesos de la cadena de suministro. Las predicciones son las proyecciones de la demanda mensual, semanal o diaria que determinan los requerimientos de la producción y el inventario. Cada cantidad proyectada puede incluir alguna porción de pedidos futuros realizados en previsión de la demanda del cliente, junto con una porción de la demanda predicha basada en un historial. En esencia, el proceso de administración de la demanda integra las predicciones basadas en el historial con otra información acerca de eventos que pueden afectar la actividad futura de las ventas, como los planes promocionales, los cambios en los precios y la introducción de productos nuevos, para obtener la declaración de los requerimientos mejor integrada posible.

Otro aspecto del proceso de administración de la demanda se concentra en crear una uniformidad en la predicción a través de varios productos y plantas de almacenamiento. La administración integrada eficaz requiere una sola predicción precisa para cada artículo y planta. Los requerimientos agregados y combinados deben reflejar un plan que coincide con las proyecciones generales de ventas y financieras de la empresa. El sistema de administración de la demanda es el componente de las tecnologías de la información del proceso S&OP para desarrollar el plan de mercadotecnia no restringido. El sistema de administración de la demanda comienza con una predicción básica y después incorpora factores como el ciclo de vida del producto, los cambios en los canales de distribución, los precios y las tácticas promocionales, así como las variaciones en la mezcla de productos. El sistema de administración de la demanda también integra los planes logísticos detallados, las predicciones únicas para cada almacén y producto, con los planes agregados de grupos de productos y con el plan nacional. Por ejemplo, la suma de las ventas de las plantas de almacenes individuales debe coincidir con las proyecciones de ventas nacionales. Asimismo, es necesario ajustar los requerimientos a nivel de artículo para que reflejen el nivel de actividad para los artículos relacionados. Por ejemplo, es posible que tengan que reducirse los requerimientos para los productos existentes para reflejar la reacción del mercado ante la introducción de un producto nuevo, o que sea necesario ajustar los requerimientos de un artículo durante la promoción de un artículo que lo reemplaza.

Planificación de la producción

La planificación de la producción emplea la declaración de los requerimientos obtenida de la administración de la demanda, junto con los recursos y las restricciones del departamento de produc-

ción para desarrollar un plan de manufactura factible. La declaración de los requerimientos define cuáles artículos se necesitan y cuándo. Aunque existe una tendencia definida hacia la manufactura sobre pedido (MTO, por sus siglas en inglés) y del montaje al pedido (ATO, por sus siglas en inglés), tales prácticas basadas en la respuesta no siempre son posibles debido a la capacidad de la producción con las restricciones de los recursos. Las limitaciones ocurren en la disponibilidad de la planta, el equipo y la mano de obra.

Los sistemas de planificación de la producción hacen coincidir los planes de requerimientos con las restricciones de la producción. El objetivo es satisfacer los requerimientos necesarios al costo total de producción mínimo sin violar ninguna de estas restricciones. La planificación de la producción eficaz da como resultado un plan secuenciado para fabricar los artículos correctos de manera oportuna al mismo tiempo que se opera dentro de las restricciones de la planta, el equipo y la mano de obra. La planificación de la producción identifica los artículos que deben producirse en previsión de la necesidad para mantenerse dentro de las restricciones de la producción y, no obstante, minimizar el inventario.

Planificación de los requerimientos

La planificación de los requerimientos extiende el proceso de planificación más allá de las paredes de la planta. Aunque es importante lograr un desempeño económico de la planta, una administración eficaz de la cadena de suministro requiere considerar el impacto que tienen las decisiones de producción en el desempeño cadena abajo. Por ejemplo, los planes de producción pueden sugerir un tiraje grande de un solo artículo. Esto generará un inventario terminado, lo cual requiere capacidad de almacenamiento y de transporte. Aunque dichos tirajes de manufactura grandes pueden minimizar su costo, el desempeño general del sistema puede atenderse mejor con tirajes más cortos que reduzcan el almacenamiento del inventario y el riesgo. El proceso de planificación de los requerimientos emplea técnicas de evaluación para equilibrar los costos de la producción, el inventario, el almacenamiento y el transporte. El análisis intenta satisfacer la demanda de los clientes, minimizar el costo general y mantenerse dentro de las restricciones físicas de la cadena de suministro.

Planificación del transporte

La planificación del transporte coordina los recursos de éste dentro de la empresa y entre los integrantes de la cadena de suministro. Desde tiempo atrás el transporte de las compras y los artículos terminados ha intentado minimizar su costo de flete de manera individual. Adquisiciones minimizaba los gastos de movimientos de materia prima al coordinarse con los proveedores y los transportistas de entregas. Logística se concentraba en minimizar el gasto del flete hacia el exterior al colaborar con los clientes y sus transportistas de distribución. También había un tercer punto de atención administrativa en los embarques internacionales y facilitados. Las perspectivas individuales del transporte generaban economías de escala limitadas, poca información compartida y un gasto excesivo en transporte.

La planificación del transporte integra las demandas de movimientos, los recursos de vehículos y los costos relevantes en un sistema común de apoyo para las decisiones tácticas que busca minimizar el gasto general en fletes. El análisis sugiere modos para desplazar el flete entre los transportistas o para consolidarlo con el fin de lograr economías de escala. También facilita que se comparta la información con los transportistas y otros proveedores de servicios para habilitar una mejor utilización del activo.

La planificación logística y de la cadena de suministro es esencial para una utilización eficaz de los recursos. La falta de una logística precisa y detallada, y de herramientas de planificación de la cadena de suministro, desde hace mucho tiempo han provocado una utilización deficiente de la capacidad de producción, almacenamiento y transporte. La atención cada día más centrada en una mejor utilización del activo, junto con un mejoramiento en las capacidades y técnicas de administración de la información y de análisis de las decisiones, han acercado a la realidad los sistemas de planificación detallados. La sección siguiente describe los componentes principales de un sistema de planificación de la cadena de suministro. Aunque son similares los componentes para la aplicación de la planificación de la cadena de suministro, el análisis se presenta en el contexto de un sistema de planificación de los requerimientos. El término actual para los sistemas de información que realizan planificación de los requerimientos es un sistema de planificación y programación avanzadas (APS, por sus siglas en inglés).

Panorama general de un sistema APS

Para coincidir con la planificación y la ejecución de estrategias eficaces de la logística de la cadena de suministro, los sistemas de planificación de la cadena incorporan consideraciones espaciales y de tiempo. Las consideraciones espaciales son el movimiento entre los proveedores de materia prima, las plantas de manufactura, los almacenes, los exhibidores, los minoristas y el cliente final. Las consideraciones temporales incluyen la sincronización y la programación de los movimientos.

El sistema APS de la figura 11.4 es una red que incluye plantas, almacenes y clientes, al igual que flujos de transporte. Esta red refleja el estado y la asignación de los recursos en un punto en el tiempo, por ejemplo, el primer día del mes. Una planificación eficaz requiere un proceso que establezca las fases y coordine los requerimientos y las restricciones de los recursos a través del tiempo. Si el cliente necesita el producto X en el periodo 3, las fases de su movimiento deben programarse para que llegue en el periodo 3. Suponiendo un ciclo de desempeño de un periodo entre cada etapa de la cadena de suministro, esto significa que el APS debe planificar el embarque de X desde la planta durante el periodo 1 y el embarque desde el centro de distribución durante el periodo 2.

De manera más específica, suponga que una empresa enfrenta la situación resumida en la tabla 11.3. Los clientes requieren 200 unidades del producto durante cada uno de los siguientes cinco periodos con excepción del periodo 4, cuando una promoción especial aumenta la demanda a 600 unidades. La capacidad de producción de la empresa es de 300 unidades por semana. En los extremos, la empresa puede seleccionar entre dos métodos para satisfacer los requerimientos del cliente dadas las restricciones de producción. La alternativa 1 es esperar hasta el cuarto periodo y después aplicar una producción con tiempo extra para cumplir los requerimientos del cliente. Esta alternativa genera un costo de producción más alto pero ningún costo por realizar o conservar el

FIGURA 11.4
Un panorama general de la planificación y programación avanzadas

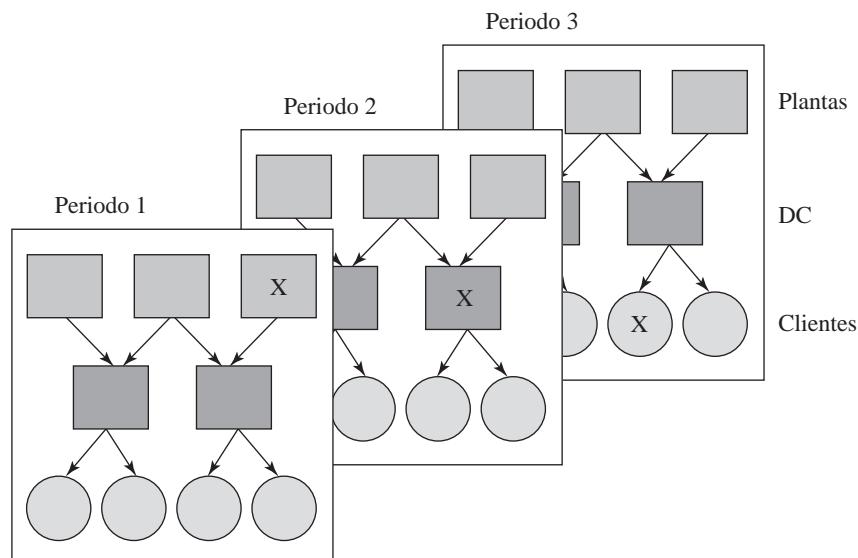


TABLA 11.3
Una situación de ejemplo de la planificación del APS

	Período				
	1	2	3	4	5
Requerimiento	200	200	200	600	200
Capacidad de producción	300	300	300	300	300
Alternativa 1 (tiempo extra):					
Producción	200	200	200	600	200
Mantenimiento de inventario	—	—	—	—	—
Alternativa 2 (fabricar con anticipación):					
Producción	300	300	300	300	200
Mantenimiento de inventario	100	200	300	—	—

inventario. La alternativa 2 es fabricar con anticipación utilizando la capacidad adicional de 100 unidades en el tiempo antes del periodo 4. Con esta alternativa, se fabrican 100 unidades adicionales y se agregan al inventario en cada periodo hasta que se requieren durante el periodo 4. Esta alternativa no requiere tiempo extra pero sí costos más altos en la realización del inventario y denle su almacenamiento. Por supuesto, existen alternativas intermedias para estos dos extremos. La opción ideal es seleccionar la combinación que produzca el costo combinado más bajo de manufactura y almacenamiento.⁴ Con las técnicas de optimización lineal, el APS identifica las soluciones intermedias más convenientes que consideran todos los costos relevantes. Aunque las empresas han querido considerar estas soluciones intermedias antes, la capacidad de análisis sólo permitía evaluar dos o tres soluciones intermedias importantes para minimizar la complejidad del problema. Las herramientas de planificación de la cadena de suministro como el APS permiten evaluar con minuciosidad las soluciones secundarias complejas relacionadas con varias alternativas.

Componentes de un sistema APS

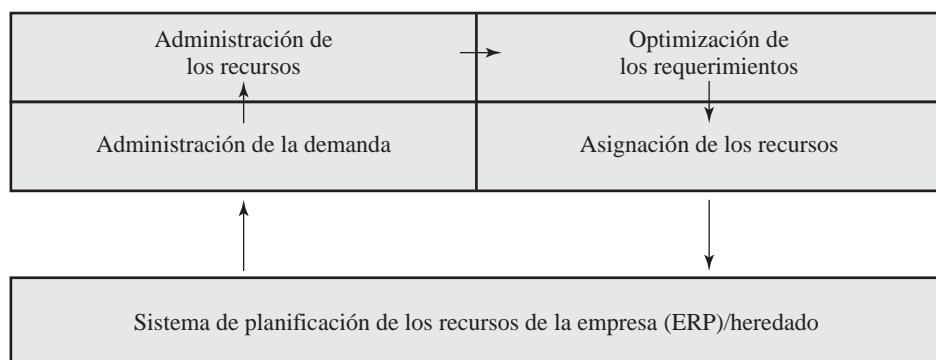
Aunque existen muchos métodos conceptuales para diseñar las aplicaciones para la planificación de la cadena de suministro, como un APS, en lo fundamental los componentes principales son los mismos: administración de la demanda, administración, optimización y asignación de los recursos. La figura 11.5 ilustra cómo se relacionan estos módulos entre sí y con el sistema ERP o heredado de la empresa.

El módulo de **administración de la demanda** desarrolla las proyecciones de los requerimientos para el horizonte de planificación. De hecho, genera predicciones de ventas basadas en el historial de éstas, los pedidos programados en ese momento, las actividades de mercadotecnia también programadas y la información del cliente. En el caso de la planificación de los requerimientos, las predicciones son en términos de pedidos, mientras que en el caso de la planificación del transporte son en embarques. Lo ideal es que la administración de la demanda funcione en colaboración y de manera interactiva; en lo interno, a través de los componentes funcionales de la empresa y, en lo externo, con los participantes en la cadena de suministro, con el fin de desarrollar una predicción común y coherente para cada periodo, lugar y artículo. La predicción también debe incorporar opiniones de los clientes para integrar la influencia de las actividades combinadas que generan la demanda, como la publicidad y la promoción.

El componente de **administración de los recursos** define y coordina las fuentes del sistema de la cadena de suministros y las restricciones del mismo. Como los sistemas APS emplean la información de los recursos y las restricciones para evaluar las soluciones intermedias asociadas con las decisiones de la cadena de suministro, la precisión y la integridad de la información son fundamentales para conseguir decisiones óptimas y mejorar la credibilidad del sistema de planificación. Es obvio que las decisiones de planificación incorrectas no sólo vuelven menos óptimo el desempeño de la cadena de suministro, también reducen severamente la credibilidad de la administración en el sistema de planificación mismo. Además de la definición de los requerimientos desarrollada mediante el módulo de administración de la demanda, el APS requiere otros cuatro

⁴Bowersox, Closs y Stank, *21st Century Logistics*.

FIGURA 11.5
Módulos de un sistema APS



tipos de información: definiciones de los productos y los clientes, definiciones y costos de los recursos, limitaciones del sistema, y planificación de la función objetivo.

Las definiciones de los productos y los clientes aportan las constantes relacionadas con los productos y los clientes de la empresa para apoyar el proceso de planificación. Las definiciones de los productos proporcionan las descripciones y las características físicas de los mismos, como el peso y el volumen, los costos estándar y la lista de materiales. Las definiciones de los clientes incluyen el lugar adonde se embarca y las asignaciones de la distribución, junto con los requerimientos especiales de servicio. La combinación de estos dos elementos define lo que se fabrica, distribuye, dónde se entrega y los ciclos de desempeño relacionados con la distribución.

Las definiciones de los recursos especifican los recursos físicos utilizados para realizar las actividades de la cadena de suministro como la manufactura, el almacenamiento y el movimiento. Entre los recursos están el equipo de manufactura y las velocidades de procesamiento, las plantas de almacenamiento, y el equipo de transporte y la disponibilidad. Además de definir la existencia de los recursos específicos, la base de datos debe incluir las características de costo y desempeño, así como los costos asociados con la utilización de los recursos.

Las limitaciones del sistema definen las restricciones principales de la actividad de la cadena de suministro. Éstas son las limitaciones de capacidad asociadas con la producción, el almacenamiento y el movimiento. La capacidad de producción define cuánto producto se puede fabricar dentro de un periodo específico y cuáles son las soluciones intermedias asociadas con fabricar diversas mezclas de productos. La capacidad de almacenamiento define la cantidad de producto que se puede guardar en una planta específica. La capacidad de movimiento define el volumen de producto que se puede transportar entre las plantas o hacia los clientes dentro de un periodo determinado.

La función de la planificación define los criterios para desarrollar una solución. Las funciones objetivo normales son la minimización del costo total de cualquiera de sus componentes secundarios, cumplir todos los requerimientos del cliente o minimizar la cantidad de casos en los que se excede la capacidad.

Esta combinación de información de la administración de la demanda y de la administración de los recursos aporta la base para evaluar en el APS las estrategias alternas de la cadena de suministro. El módulo incluye las bases de datos para guardar las definiciones, los recursos, las restricciones y los objetivos, al igual que los procesos para validarlos y actualizarlos. Los usuarios encuentran que uno de los principales retos para los sistemas eficaces de planificación de la cadena de suministro es la capacidad para desarrollar y actualizar datos precisos y uniformes.

El módulo de **optimización de los recursos** es el motor computacional o “caja negra” del sistema de planificación de la cadena de suministro. Con los requerimientos y las definiciones del módulo de administración de la demanda, los recursos, las limitaciones, y los objetivos del módulo de administración de los recursos, la optimización de los recursos emplea una combinación de programación matemática y heurística para determinar cómo cumplir los requerimientos del cliente con la mayor eficacia, al mismo tiempo que optimizar la utilización de los recursos. La programación matemática es una combinación de programación lineal y programación entera mixta, la cual se utiliza para minimizar la función objetivo especificada; las heurísticas son reglas computacionales o métodos abreviados que reducen el tiempo o los recursos computacionales requeridos para desarrollar un plan integrado. De hecho, el módulo de optimización de los recursos evalúa varias alternativas de planificación y completa sistemáticamente las soluciones intermedias para identificar las mejores alternativas hasta alcanzar un resultado casi óptimo. El módulo de optimización de los recursos también determina cuándo no se pueden cumplir los requerimientos y cuáles recursos son los que más restringen el desempeño de la cadena de suministro. Los resultados del módulo de optimización de los recursos son planes para la cadena de suministro proyectados en períodos futuros que minimizan los costos generales, al mismo tiempo que intentan operar dentro de las principales restricciones de recursos. El plan especifica cuáles productos deben producirse y cuándo; además, determina los requerimientos de movimiento y almacenamiento a través de la cadena de suministro.

El módulo de optimización de los recursos también puede emplearse para efectuar análisis de sensibilidad o de escenarios hipotéticos con el fin de determinar el impacto de los cambios en los requerimientos o las restricciones del mercado. Estos análisis permiten al planificador de la cadena de suministros aislar el impacto de la demanda y de la incertidumbre del desempeño sobre la capa-

cidad y las operaciones de la cadena de suministro. Una vez entendidas las soluciones intermedias y el impacto de la incertidumbre, el módulo de optimización de los recursos para la planificación de la cadena de suministro guía al planificador para establecer la estrategia más eficaz de contratación, producción, movimiento y almacenamiento.

Después de que el planificador revisa y evalúa los resultados del módulo de optimización de los recursos, el módulo de **asignación de los recursos** especifica las asignaciones de éstos y las comunica al sistema ERP para iniciar las transacciones adecuadas. Entre los resultados están los requerimientos para la adquisición, la producción, el almacenamiento y el transporte. Las solicitudes específicas se comunican al sistema ERP en forma de transacciones o instrucciones para completar una actividad específica. Cada transacción incluye instrucciones detalladas acerca del tipo de actividad de la cadena de suministro, los proveedores, el cliente, los productos relacionados y el tiempo requerido, junto con una lista de los productos y las cantidades relevantes. El módulo de asignación de recursos también proporciona información acerca de cuándo un producto está disponible para prometer (ATP, por sus siglas en inglés) o susceptible para prometer (CTP, por sus siglas en inglés). ATP sirve para designar que, aunque el inventario actual no está disponible en este momento, lo estará para embarque en una fecha específica en el futuro. De hecho, la denominación ATP permite a las empresas comprometer con los clientes la producción programada. CTP sirve para designar cuándo se puede prometer un producto solicitado para una entrega futura; requiere un análisis mucho más amplio porque determina si existe una capacidad específica futura, dadas las demandas actuales y proyectadas de la cadena de suministro. ATP y CTP mejoran de manera significativa el desempeño y la eficacia de la cadena de suministro al permitir compromisos en contra de la producción y la capacidad futuras. El resultado es un compromiso más rápido con los clientes, menos sorpresas para ellos y una mejor utilización de los recursos.

Beneficios de la planificación de la cadena de suministro

Si bien ya se analizaron algunos beneficios del sistema de planificación de la cadena de suministro, existen tres beneficios amplios que son el resultado de la utilización del sistema de planificación: la capacidad de respuesta a los cambios, una perspectiva pormenorizada y la utilización de los recursos.

Primero, los administradores de la logística y la cadena de suministro han utilizado tiempos de desarrollo extendidos e inmovilizaciones de los programas para planificar la actividad futura de la cadena de suministro. Por ejemplo, la producción se programa de tres a cuatro semanas en el futuro y después se inmoviliza para minimizar la incertidumbre y permitir una utilización eficaz de los recursos. Los tiempos de desarrollo prolongados y los períodos de inmovilizaciones fueron necesarios porque el proceso de planificación era complejo y requería análisis sustanciales. Aunque este método reducía la incertidumbre, también reducía mucho la flexibilidad y la capacidad de respuesta. El cliente actual requiere más capacidad de respuesta a las necesidades del mercado y demanda reglas para niveles más bajos del inventario a partir de tiempos de ciclo prolongados. En los módulos de administración de la demanda y administración de los recursos se hacen rápidamente los cambios en el mercado y la empresa, para permitir que el proceso de planificación utilice la información más actual y precisa. Después, el módulo de optimización de los requerimientos resuelve la asignación y permite ciclos de planificación diarios y de una semana, y no de varias semanas o meses. Por lo tanto, la planificación de la cadena de suministro genera un proceso que puede ser mucho más reactivo a los cambios del mercado o la empresa.

Segundo, la administración eficaz de la cadena de suministro requiere una planeación y una coordinación a través de las funciones de la empresa y entre los participantes de la cadena de suministro. El proceso debe considerar las soluciones intermedias asociadas con trasladar las actividades y los recursos entre las funciones y las organizaciones. Dicha perspectiva pormenorizada aumenta mucho la complejidad del proceso de planificación. La complejidad proviene del número de organizaciones, plantas, productos y activos que deben considerarse al coordinar las actividades y los recursos a través de una cadena de suministro completa. Los sistemas de planificación permiten considerar la cadena de suministro extendida y obtener las soluciones intermedias adecuadas para lograr un desempeño óptimo.

Tercero, la planificación de la cadena de suministro suele producir mejoras sustanciales en el desempeño. Aunque una planificación más detallada y una incertidumbre reducida producen

un mejor servicio al cliente, otro beneficio importante del sistema de planificación es mejorar la utilización de los recursos. La planificación más eficaz y reactiva permite asignar los recursos de mejor nivel para la capacidad existente de contratación, producción, almacenamiento y transporte. El resultado es que la capacidad existente se utiliza con mayor eficacia. Las empresas también informan que los sistemas de planificación de la cadena de suministro han reducido de manera notable los requerimientos del activo al nivelar las demandas de recursos. El decreto incluye reducciones estimadas de 20 a 25% en las plantas, el equipo y el inventario.

Aunque una planificación pormenorizada de la cadena de suministro es una capacidad relativamente nueva, el panorama futuro es brillante porque se han desarrollado la tecnología y la capacidad para evaluar y administrar con eficacia las cadenas de suministro integradas. La planificación de la cadena de suministro puede adoptar una perspectiva pormenorizada y dinámica de la cadena de suministro completa y concentrarse en reducir los requerimientos del activo de la cadena de suministro exigidos por los mercados financieros.

Consideraciones en la planificación de la cadena de suministro

Antes de la implementación real, existen varias consideraciones para adoptar un sistema de planificación de la cadena de suministro. Los administradores mencionan que sus consideraciones principales son: 1) una aplicación integrada en contra de una adaptable, 2) la integridad de los datos, y 3) la educación de la aplicación.

La primera consideración se relaciona con el nivel de integración con otras aplicaciones de la cadena de suministro. Técnicamente existen tres opciones para adquirir e implementar aplicaciones de planificación. La primera es el desarrollo mediante recursos internos de la empresa. Esto no es muy común, porque el desarrollo del sistema de planificación requiere conocimientos sustanciales y casi todas las empresas sin una aptitud sustancial en el software no pueden diseñar, desarrollar o actualizar con eficacia tales sistemas complejos de planificación. Además, el proceso de planificación de las industrias o empresas individuales no suele ser lo bastante diferente para poder lograr cualquier ventaja competitiva importante. Las opciones dos y tres son utilizar una aplicación de planificación de la cadena de suministro integrada con el sistema ERP de la empresa o de otro proveedor que se **adapte** al sistema ERP de la empresa. Algunos proveedores de ERP, como SAP, ofrecen un APS diseñado para una integración estrecha con su sistema ERP. Los beneficios obvios de dicha integración son la uniformidad y la integridad de los datos, al igual que una menor necesidad de transferir éstos entre las aplicaciones, lo cual produce retrasos y posibles errores. La alternativa es utilizar un método **adaptado** o **el mejor en su clase** que busca identificar el mejor sistema de planificación de la cadena de suministro para la empresa con base en las características y funciones y después integrarlo al sistema ERP de la empresa. El resultado es un sistema de planificación que cumple mejor los requerimientos específicos de la empresa u ofrece un mejor desempeño pero a un probable costo de integración reducido. Aunque los proveedores de las aplicaciones de planificación integrada y adaptada de la cadena de suministro intentan mejorar su integración con los proveedores de un sistema ERP, la integración operativa entre los sistemas de ejecución y planificación sigue siendo un desafío.

La integridad de los datos es una segunda consideración importante para la implementación de un sistema de planificación de la cadena de suministro. Los sistemas de planificación se basan en una integridad absoluta de los datos para una toma de decisiones eficaz. Aunque la integridad de los datos siempre ha sido importante, lo es más aún para los sistemas de planificación porque los datos faltantes o imprecisos afectan mucho la confiabilidad y la estabilidad de las decisiones. Un problema de integridad de los datos muy mencionado se relaciona con los detalles de los productos, como el volumen y el peso. Aunque éste es un dato básico, no es fácil conservar la precisión cuando hay una gran cantidad de productos con cambios constantes y se introducen otros nuevos. Los administradores mencionan que, en el proceso de implementar aplicaciones de planificación de la cadena de suministro, es frecuente encontrar algunos cientos de productos con características físicas incorrectas o faltantes. Aunque esto no representa un gran porcentaje de productos, la imprecisión afecta de manera sustancial la toma de decisiones del sistema de planificación. Por ejemplo, el volumen faltante o impreciso puede provocar que el sistema de planificación del transporte haga una recomendación

que sobrecargue un vehículo. Específicamente, el sistema de planificación considerará que se puede cargar en un camión una gran cantidad de producto, cuando el dato del producto contiene un valor de volumen incorrecto o de cero. Aunque los errores de decisión resultantes de los problemas de la veracidad de los datos pueden ser significativos, el problema más grande es que dichos errores reducen mucho la credibilidad general de los sistemas de planificación. Algunos errores muy visibles, como la sobrecarga de los vehículos o de las plantas de almacenamiento, hacen que los administradores y planificadores cuestionen la integridad de todo el sistema y el proceso de planificación. El resultado es que el personal de administración y operativo no confía en los resultados y prefiere regresar a los viejos métodos comprobados de planificación y programación. Por lo tanto, se reduce la posibilidad de mejorar la planificación hasta que se vuelve a desarrollar la confianza. La atención constante en el desarrollo y mantenimiento de la integridad de los datos es fundamental para implementar un sistema de planificación eficaz.

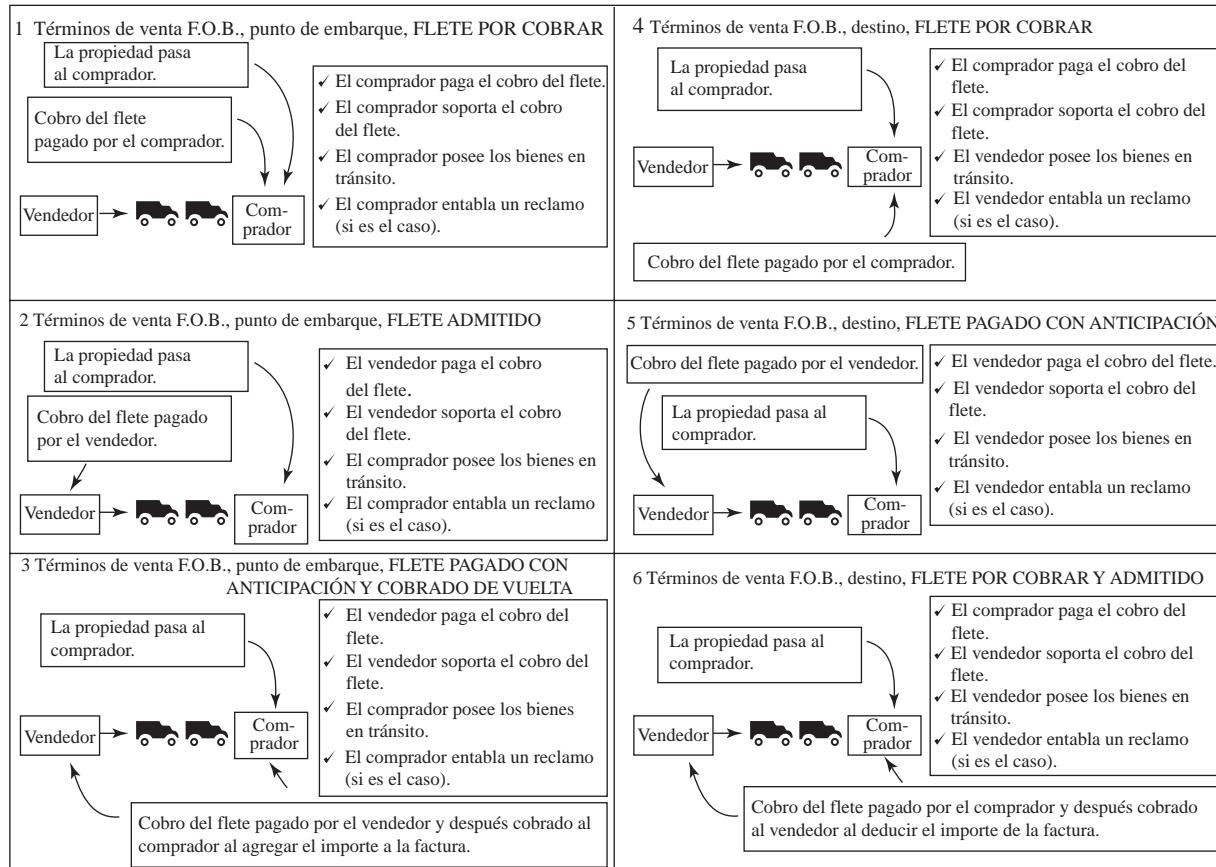
Una tercera consideración es la educación relacionada con la aplicación de un sistema de planificación. El capacitar a los usuarios para los sistemas de ejecución y planificación de la cadena de suministro se ha concentrado en la mecánica para iniciar las transacciones. Por eso, el usuario se capacita en los datos o la introducción de parámetros, mientras el sistema proporciona información rápida relacionada con la aceptabilidad de una entrada. Los sistemas de planificación de la cadena de suministro son relativamente más complejos, porque la información no es inmediata y el impacto puede ser extenso. Por ejemplo, cambiar los requerimientos o la predicción para un artículo en un periodo puede mover al otro lado del mundo los programas de producción para los artículos relacionados. Es fundamental comprender la dinámica del sistema de planificación para una aplicación exitosa. Dicha comprensión requiere un conocimiento detallado de la mecánica del sistema APS y de las interacciones del sistema. Aunque tal conocimiento se inicia a través de la capacitación, debe refinarse y extenderse mediante la educación y la experiencia. La educación en el sistema de planificación debe concentrarse en las características y las relaciones entre las actividades y los procesos de administración de la cadena de suministro, tanto al interior como al exterior de la empresa. El proceso de educación debe ser mucho más amplio que los métodos de capacitación existentes. La experiencia del sistema de planificación se desarrolla al utilizar una representación de los empleos y simulaciones. La representación proporciona experiencia concreta en el trabajo en un ambiente de tiempo real. La simulación ofrece un laboratorio en donde los planificadores inexpertos observan los resultados de su ambiente de planificación con un bajo riesgo para la empresa. La combinación de estas dos experiencias educativas ofrece una base sólida para implementar aplicaciones exitosas para la planificación de la cadena de suministro.

Determinación de precios

La determinación de precios es un aspecto importante de la estrategia de mercadotecnia que afecta directamente las operaciones logísticas. Los términos y las condiciones de los precios determinan cuál parte tiene la responsabilidad de realizar las actividades logísticas. Una tendencia importante en la estrategia de precios ha sido **separar** el precio de los productos y materiales de modo que servicios como el transporte, que antes se incluían en el precio, se vuelven elementos separados y visibles. Las prácticas de determinación de precios tienen un impacto directo en el tiempo y la estabilidad de las operaciones logísticas. En esta sección, se revisan varias estructuras básicas de determinación de precios, seguidas por un análisis de las áreas de impacto de los mismos. No se intenta repasar la amplia variedad de problemas económicos y psicológicos relacionados con la estrategia de los precios. La atención se centra en la relación entre los precios y las operaciones logísticas.

Fundamentos de la determinación de precios

Las decisiones de los precios determinan cuál parte en una transacción es responsable de la realización de las actividades logísticas, la transferencia de la propiedad y la responsabilidad. Dos de los métodos más comunes son los precios de origen F.O.B. y los precios con entrega.

FIGURA 11.6**Los términos de las ventas y las responsabilidades**Fuente: Reimpreso con autorización de *The Purchasing Handbook*, McGraw-Hill Publishing Company.**Precios de F.O.B.**

El término **F.O.B.** significa técnicamente **libre a bordo o flete a bordo**. En la práctica, se utiliza distintas variaciones de este tipo de precio. El **origen F.O.B.** es el modo más sencillo de cotizar. Bajo el origen F.O.B. el vendedor indica el precio en el punto de origen y acepta presentar un embarque para cargar en un transporte, pero no asume ninguna responsabilidad adicional. El comprador selecciona el modo de transporte, elige un transportista, paga y acepta el riesgo de la pérdida y/o daño en tránsito. En el **precio destino F.O.B.**, la propiedad no se transfiere al comprador hasta que se termina la entrega. Bajo esta forma, el vendedor prepara el transporte y el costo se agrega a la factura de venta.

La figura 11.6 presenta la variedad de condiciones y responsabilidades correspondientes para los precios. La revisión de los diversos términos de ventas aclara que la empresa que paga la factura del flete no necesariamente asume la responsabilidad por la propiedad de los bienes en tránsito, por la carga del flete, o por entablar demandas por el flete. Éstos son problemas de negociación fundamentales para la colaboración en una cadena de suministro.

Precios con entrega

La diferencia principal entre el precio F.O.B. y el **precio con entrega** es que en este último el precio establecido por el vendedor incluye el transporte. En otras palabras, el costo del transporte no se especifica como un concepto separado. Existen diferentes variaciones del precio con entrega.

Bajo el **precio con entrega de zona única** los compradores pagan un precio único, sin tomar en cuenta dónde se ubican. Los precios con entrega suelen reflejar el costo de transporte promedio del vendedor. En la práctica real, algunos clientes pagan más que una tarifa justa por el transporte,

mientras que otros son subsidiados. El Servicio Postal de Estados Unidos emplea una política de precios de zona única en todo el país para las cartas en primera clase. Se cobra la misma cuota o tarifa postal para un tamaño y peso determinado, sin tomar en cuenta la distancia recorrida hasta el destino.

El precio con entrega de zona única se utiliza cuando los costos del transporte son un porcentaje relativamente pequeño del precio de venta. La principal ventaja para el vendedor es el alto grado de control logístico. Para el comprador, a pesar de que se basan en promedios, estos sistemas de precios tienen la ventaja de la sencillez.

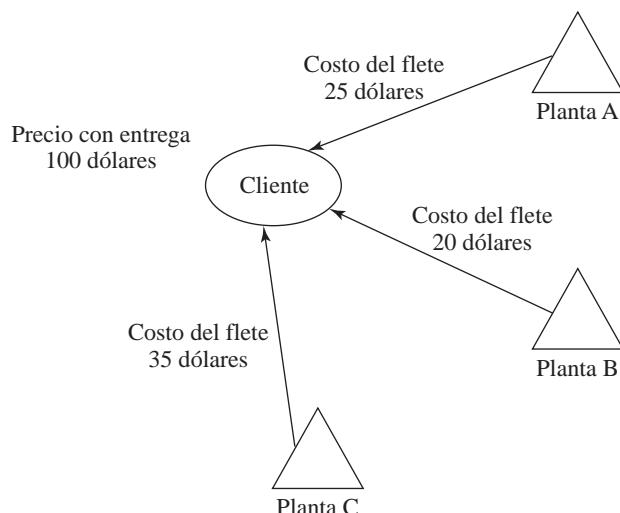
La práctica de los **precios para varias zonas** establece precios diferentes para áreas geográficas específicas. La idea implícita es que los diferenciales del costo logístico se asignan de manera más justa cuando se utilizan dos o más zonas —normalmente basadas en la distancia— para cotizar el precio con entrega. Los transportistas de paquetería como United Parcel Service emplean precios para varias zonas.

El modo más complicado y controversial de los precios con entrega es la utilización de un **sistema de precios desde un punto básico**, en el cual el precio con entrega se determina mediante el precio de lista del producto más el costo del transporte desde un punto básico designado, que suele ser la planta del fabricante. Este punto designado sirve para calcular el precio con entrega ya sea que el embarque se origine o no en el lugar básico. El precio desde un punto básico es común al embarcar automóviles ensamblados de las plantas de manufactura a los distribuidores.

La figura 11.7 ilustra cómo un sistema de precios desde un punto básico suele generar diferentes retornos netos al vendedor. Se cotiza al cliente un precio con entrega de 100 dólares por unidad. La planta A es el punto básico. El costo real del transporte desde la planta A hasta el cliente es de 25 dólares por unidad. El precio básico del producto de la planta A es de 85 dólares por unidad. Los costos del transporte de las plantas B y C son de 20 y 35 dólares por unidad, respectivamente.

Cuando los embarques se hacen desde la planta A, el retorno neto de la empresa es de 75 dólares por unidad, el precio con entrega de 100 dólares menos el costo de transporte de 25 dólares. El retorno neto para la compañía varía si los embarques se hacen desde las plantas B o C. Con un precio de entrega de 100 dólares, la planta B cobra 5 dólares por un **flete fantasma** por embarque a un cliente. El flete fantasma ocurre cuando un comprador paga costos de transporte mayores que los efectuados en realidad para mover el embarque. Si la planta C es el origen del embarque, la compañía debe absorber 10 dólares de los costos de transporte. La **absorción del flete** ocurre cuando un vendedor paga todo o una parte del costo del transporte real y no recupera el gasto completo del comprador. En otras palabras, el vendedor decide absorber el costo del transporte para ser competitivo.

FIGURA 11.7
El precio desde un punto básico



El precio desde un punto básico simplifica las cotizaciones, pero puede tener un impacto negativo en los clientes y la colaboración en la cadena de suministro. Por ejemplo, se puede generar insatisfacción si los clientes descubren que pagan por el transporte más que los costos reales del flete. Dichas prácticas de precios también provocan una gran cantidad de absorción del flete para los vendedores.

Problemas de la determinación de precios

Las prácticas de determinación de precios también forman parte de las operaciones logísticas en cuando menos otras cuatro maneras: la discriminación potencial, los descuentos por cantidad, las rebajas por recolección y los precios promocionales.

Discriminación potencial

La legalidad de la determinación de precios del transporte es una consideración importante y debe realizarse y administrarse con atención como protección contra una discriminación posible. En Estados Unidos el Decreto Clayton de 1914, enmendado por el Decreto Robinson-Patman de 1976, prohíbe la discriminación por precios entre los compradores cuando las prácticas **reducen sustancialmente la competencia**.

Los precios para varias zonas pueden ser discriminatorios porque algunos compradores pagan más que el costo de transporte real, mientras que otros pagan menos. Los sistemas de precios para varias zonas son ilegales cuando el resultado neto es cobrar diferentes precios por entrega de productos idénticos a competidores directos. En años recientes, la determinación de la legalidad de los sistemas de precios para varias zonas se ha centrado en el aspecto de si **un vendedor actúa de manera independiente y no está coludido con los competidores**. No es probable que la Comisión Federal de Comercio emprenda alguna acción hasta que exista evidencia clara de tal conspiración.

En el pasado, en Estados Unidos el precio desde un punto básico seleccionado fue declarado ilegal bajo los decretos Robinson-Patman y el de la Comisión Federal de Comercio. La preocupación es si provoca que competidores directos tengan ganancias diferenciales. Para evitar los problemas legales potenciales, casi todas las empresas emplean políticas de precios con entrega F.O.B. o uniformes. Se suele preferir esta estrategia en comparación con defender las prácticas de los costos promedio que se requiere en los precios por sus zonas o competir con las dificultades legales potenciales asociadas con el precio desde un punto básico. Deben considerarse los lineamientos siguientes al establecer precios geográficos. Primero, una empresa no debe discriminar entre los compradores que compiten en la misma región, sobre todo en los precios por zonas para compradores a ambos lados de una zona fronteriza, porque tal acción puede violar el Decreto Robinson-Patman. Segundo, la estrategia de la empresa no debe parecer rapaz, sobre todo en los precios que absorben el flete, porque esto violaría la sección 2 del Decreto Sherman. Tercero, al elegir el precio desde un punto básico o por zona, la empresa no debe intentar fijar precios entre los competidores porque tal acción violaría la sección 1 del Decreto Sherman.

Descuentos por cantidad

Una empresa ofrece descuentos por cantidad como un aliciente para aumentar el tamaño de un pedido o el volumen general de negocios. Para que no sea discriminatoria, debe estar disponible una estructura de descuentos idéntica para todos los compradores. Bajo el Decreto Robinson-Patman, es responsabilidad del vendedor comprobar que los descuentos idénticos no acumulables estén disponibles para todos los compradores calificados. El descuento por cantidad ofrecido debe ser justificable con base en los ahorros en el costo directo.

El Decreto Robinson-Patman declara que la diferencia de costos puede ser justificada con base en los ahorros en la manufactura, la entrega o la venta de artículos. Los descuentos por cantidad basados en reducciones en el costo de manufactura o de venta son difíciles de comprobar. Los ahorros relacionados con la logística son relativamente fáciles de documentar porque muchos son específicos del embarque. Los ahorros en el transporte y en el manejo se utilizan a menudo para justificar los descuentos por cantidad. Por lo tanto, son comunes las tarifas de transporte más bajas para embarques por volumen.

En contraste con los descuentos no acumulables, los acumulables —basados en compras consecutivas durante un periodo especificado— son más difíciles de justificar. Los descuentos

acumulables, por la misma naturaleza de su base de cálculo, favorecen las compras de volúmenes grandes al mismo tiempo que discriminan a los compradores más pequeños. Sin embargo, una discriminación en el precio sólo se fundamenta cuando se determina que puede lesionar o afectar la competencia.

Rebajas por recolección

Las rebajas por recolección equivalen a comprar mercancía con un origen F.O.B. Los compradores obtienen una reducción del precio con entrega normal si ellos mismos (o un representante) recogen los embarques en la planta del vendedor y realizan el transporte. Un comprador también puede utilizar un transportista por contrato o un ISP para que recoja la mercancía. En la industria de alimentos y de artículos de supermercado, donde se aplican los precios con entrega, las empresas han conseguido ahorros significativos al utilizar transportistas contratados para recolectar la mercancía en vez de comprarla y recibirla en sus plantas.

Aunque existe cierta confusión acerca de cómo establecer mejor una rebaja por recolección, una regla segura es que un vendedor debe proporcionar la misma rebaja a todos los compradores que compiten directamente. Una rebaja por recolección uniforme suele ser el incentivo en el precio ofrecido al cliente más cercano al punto de embarque. Otras políticas comunes ofrecen rebajas por recolección equivalentes a la tarifa común aplicable del transportista para el embarque.

Las rebajas por recolección ofrecen beneficios potenciales para el vendedor y el comprador. Los embarcadores tienen que tratar con menos embarques pequeños, lo cual reduce la necesidad de una extensa consolidación hacia el exterior. Los compradores controlan la mercancía antes y están en posición de lograr una mejor utilización del equipo de transporte y de los conductores cautivos.

Precios promocionales

Un aspecto adicional de los precios que afecta las operaciones logísticas es la utilización de promociones a corto plazo como incentivos de compra. Las empresas que emprenden estrategias promocionales agresivas pueden diseñar sus presupuestos para fomentar que los clientes, mediante cupones, o los mayoristas y minoristas, mediante rebajas comerciales, compren sus productos. Por ejemplo, Procter & Gamble tiene un presupuesto anual para publicidad y promoción superior a los 2 000 millones de dólares. La gerencia de mercadotecnia debe asignar estos fondos entre la publicidad en medios dirigida a los consumidores y una combinación de cupones y promociones comerciales. El dinero del presupuesto asignado a promover el comercio impulsa la venta de los productos de P&G y consigue dos resultados. Primero, el sistema logístico de la empresa y sus clientes deben manejar un volumen mayor de producto justo antes, durante y a menudo inmediatamente después de un periodo promocional. Segundo, el gasto en la promoción comercial altera el precio efectivo al que se vende el producto. Desde una perspectiva logística, el aumento a corto plazo en el volumen es una preocupación principal. Por lo tanto, aunque el consumo final tal vez no muestre las características estacionales, las operaciones logísticas pueden tener que enfrentar oleadas estacionales provocadas por los refuerzos promocionales.

Desde hace mucho tiempo, la práctica extendida del precio promocional ha sido el modo de proporcionar incentivos de compra. Los fabricantes establecen precios de lista artificialmente altos con la expectativa de reducir el precio efectivo mediante promociones, cupones para el cliente y rebajas en grupos de productos. La administración de los cambios en el precio regular implica una notificación previa a los clientes, lo cual crea la oportunidad para que ellos **compren con anticipación**. Esta práctica estimula las oleadas por volúmenes, las cuales agregan costos excesivos y crean prácticas que, en un análisis final, no agregan valor. Las compras anticipadas implican que los clientes adquieran una mercancía antes de que la requieran para aprovechar precios más bajos. En ocasiones, estos clientes revenden el producto adicional a otros, mientras se quedan con una parte de la rebaja promocional. Esta práctica se conoce como **desviación**. De hecho, una empresa obtiene ganancias al aprovechar los incentivos de compra disponibles para los clientes en un área del país, pero no en otras.

En un esfuerzo por estabilizar los precios promocionales, algunas empresas han comenzado a desarrollar programas en colaboración. Los fabricantes y los minoristas acuerdan **precios netos** que se administran durante un horizonte del tiempo planificado. El fabricante y el minorista pla-

nifican juntos la promoción y la estrategia de publicidad para una categoría de productos o mercancías. Un **precio neto exacto** toma en cuenta los descuentos de compras por cantidades, los descuentos por pronto pago y cualquier otro incentivo de precio aplicable. Por último, se alcanza un acuerdo en relación con la duración del precio negociado. Estos acuerdos también especifican cómo se medirá el desempeño durante el periodo operativo, como base para acuerdos futuros.

La estructura de negociación de precios descrita ha provocado lo que se conoce como **precios bajos todos los días** (EveryDay Low Pricing, EDLP). Se suele atribuir a Wal-Mart la creación de los EDLP, la estrategia alrededor de la cual busca desarrollar lealtad de los clientes. Otras empresas han desarrollado estrategias EDLP junto con los proveedores, al mismo tiempo que aplican precios promocionales en la mercancía para los clientes.

Pocas empresas funcionan en los extremos de EDLP o los precios promocionales; sin embargo, los vendedores más creativos desarrollan un método combinado para estimular las compras. Aunque se utiliza una promoción en los precios para hacer que los clientes acudan a comprar y estimular las compras por impulso en las tiendas, pocos artículos se venden con regularidad como líderes de pérdidas, lo cual reduce el riesgo de acusaciones por precios rapaces.

En un sentido más general, los negocios en una sociedad de libre mercado deben emprender una amplia variedad de actividades de determinación de precios y publicidad. El reto es comprender cómo los esfuerzos promocionales afectan a la logística. Es necesario evaluar la oportunidad y la magnitud de los precios promocionales en términos de la capacidad de consumo y la capacidad para manejar con eficiencia las oleadas por volumen. En un grado significativo, las prácticas de **carga comercial** son el resultado de presiones por obtener ganancias de fin de periodo o de fin de año. Esto, llamado efecto Wall Street, va de la mano con la utilización de los precios promocionales para estimular el flujo de productos, de modo que se puedan reservar ventas durante un periodo específico. Tales prácticas ofrecen ganancias a corto plazo pero estimulan muy poco el consumo, si llegan a hacerlo. Sin embargo, lo seguro es que aumentan el costo logístico. Las prácticas relacionadas con la carga de las ventas de fin de periodo o de fin de año son uno de los principales objetivos de la sección 404 del Decreto Sarbanes-Oxley (SOX), el cual se analiza en el capítulo 16.

Determinación de los precios del menú

Desde una perspectiva del vendedor, debe establecerse un programa de precios para cobrar a los clientes el costo de los productos y servicios de manera exacta y equitativa. El menú de precios es una técnica utilizada por muchas empresas para lograr este objetivo. Un sistema eficaz de menú de precios tiene tres componentes: un precio de la plataforma de servicios, los costos especificados del servicio de valor agregado y los incentivos por eficiencia.

Precio de la plataforma de servicios

El primer paso en el precio del menú es establecer la plataforma básica de servicio que se va a ofrecer a todos los clientes y un precio adecuado que refleje los costos relacionados con proporcionar ese nivel de servicio. Se espera que todos los clientes paguen el precio de la plataforma de servicio, requieran o no las fuentes especificadas. Por ejemplo, se puede establecer el precio de la plataforma de servicio básica para el nivel de servicio siguiente: "Remolque completo de productos combinados en cantidades de carga unitaria en hojas divisorias desde un almacén para descarga por parte del cliente". El precio cotizado para esta combinación de especificaciones de entrega, cantidad, configuración y requerimientos de descarga es la base desde la cual se consideran los cobros o descuentos adicionales. También se pueden cotizar ciertos descuentos comunes como parte de la plataforma básica de servicio. Por ejemplo, los descuentos por cantidad tradicionales y las rebajas por recolección del cliente se suelen considerar en la plataforma básica de servicio.

Costos especificados del servicio de valor agregado

El segundo aspecto de los precios del menú implica especificar los cobros adicionales por realizar servicios de valor agregado solicitados por el cliente. A partir del ejemplo anterior, se impondría un cobro adicional para cargar unidades personalizadas solicitadas por un cliente, como poner las capas de productos sobre las hojas divisorias en un orden específico o configurar las cargas unitarias listas para menudeo. Se establecería un cobro adicional separado para varias

paradas durante la entrega y un tercer cobro adicional sería por la utilización de tarimas en vez de hojas divisorias. Este método provoca que cada cliente pague la combinación específica de servicios que prefiere. La tabla 9.1 contiene una lista de los servicios de valor agregado comunes por los cuales los embarcadores suelen establecer cobros adicionales en sus programas de precios del menú. Por supuesto, los embarcadores pueden optar por ofrecer algunos de estos servicios como parte de su plataforma básica de servicio, en cuyo caso su precio básico incluiría los cobros correspondientes.

Incentivos por eficiencia

El tercer paso en un programa detallado de precios del menú es el establecimiento de incentivos por eficiencia. Tales iniciativas se ofrecen para estimular a los clientes a cumplir con las prácticas especificadas que reducen los costos logísticos. Los incentivos aportan un mecanismo para que cada una de las partes comparta los beneficios de dichos esfuerzos para reducir el costo. Por ejemplo, se puede otorgar un descuento o rebaja para alentar los pedidos mediante EDI, otro para los clientes que garanticen la descarga de los camiones en dos horas o menos y un tercero por utilizar tarimas especificadas.

Para introducir la precisión de los costos en los precios del menú, algunos líderes en la industria han comenzado a utilizar los **costos basados en las actividades**, para ayudar a cuantificar el impacto combinado en el costo total de la organización que compra o vende al realizar una tarea específica. Una vez obtenidos los costos precisos relacionados con efectuar cada aspecto de la transacción, ambas partes pueden cuantificar los beneficios de valor y de costo. El resultado es un modelo de **costos por servicio**, el cual de hecho cuantifica los precios del menú.

Resumen

La integración operativa es un reto administrativo en las empresas individuales, a través de las cadenas de suministro locales y para efectuar negocios internacionales; crea un valor como resultado de una eficiencia coordinada entre las funciones. La aplicación del análisis de sistemas y una valoración del costo total ofrece una metodología para integrar las funciones en un proceso productivo. Los procesos integrados ofrecen beneficios definidos de costo y servicio.

A nivel de empresas individuales, la integración operativa es difícil. Existen obstáculos para la integración operativa interna. Esta resistencia a la integración se remonta a las prácticas administrativas funcionales muy arraigadas y a las prácticas de sistemas de información y de recompensas relacionadas. Las prácticas de medición convencionales y la métrica sirven para reforzar la atención en las funciones. La resistencia a la integración de los procesos es fuerte y se observa en todas partes. El fenómeno que se suele observar se denomina la gran división y refleja la dificultad común para lograr una integración de un extremo a otro de la empresa.

La paradoja es que muchas empresas se integran exitosamente con los clientes y/o proveedores. Por lo tanto, las empresas suelen integrarse hacia afuera de su actividad específica más que en lo interno. Esto significa que los numerosos intentos por extender la empresa a través de la cadena de suministros son, cuando mucho, soluciones parciales. Sin embargo, muchos compromisos limitados de la cadena de suministro parecen ser disposiciones valiosas para sus participantes. Todavía no es evidente cuánta integración interna es necesaria para que una empresa sea un participante viable en una cadena de suministro. Por supuesto, el riesgo es que no conseguir una integración operativa interna puede provocar que una empresa sea incapaz de cumplir sus compromisos en la cadena de suministro.

La razón de que esa integración parcial de la cadena de suministro consiga un valor se relaciona directamente con el importante potencial para reducir los desperdicios, la duplicación y la redundancia operativa. En particular, la colaboración ofrece medios para reducir las inversiones en el inventario y el riesgo relacionado para las empresas participantes. La integración exitosa de la cadena de suministro requiere programas a través de toda la organización para facilitar las operaciones, la tecnología y la planificación, así como la colaboración para la administración de las relaciones. Aunque en la actualidad existen pocas colaboraciones a través de la cadena de suministro, los beneficios potenciales de dicha integración holística son impresionantes.

Preguntas desafiantes

1. Compare y contraste el valor económico, en el mercado y de relevancia.
2. Ilustre las diferencias en la creación, la presentación y el posicionamiento de un producto/servicio.
3. Explique la declaración siguiente: “La metodología es el análisis de los sistemas y la estructura teórica es el concepto de éstos.”
4. ¿Por qué es importante reducir la variación para la integración logística? Ofrezca un ejemplo en los términos de las operaciones logísticas.
5. ¿Qué significa la frase logística *de la cuna a la cuna*? Analice las diferencias operativas de la logística original comparada con la logística inversa.
6. ¿Por qué los sistemas de recompensas funcionan como obstáculos para la integración empresarial?
7. En sus palabras, describa y proporcione un ejemplo de la *gran división*. ¿Cree que el fenómeno de la gran división se presenta en todas partes, tal como lo indica el texto? Apoye su posición con un ejemplo.
8. Analice las aplicaciones principales de la planificación de la cadena de suministro con especial atención en la función y los beneficios previstos para cada aplicación.
9. Compare y contraste la atención en la planificación empresarial, de la mercadotecnia y de las operaciones. ¿Cómo funciona la S&OP como mediación en algunos de los conflictos?
10. ¿Cuál es la responsabilidad del embarcador cuando los términos de compra son de origen F.O.B.? ¿Y cuándo son de destino F.O.B.? ¿Por qué un embarcador prefiere unos y no los otros?

Diseño de la logística de la cadena de suministro

Una de las dos principales responsabilidades de la administración de la logística de una empresa, tal como se definió en los capítulos 1 y 2, es participar en el diseño de la logística de la cadena de suministro. La parte 3 contiene tres capítulos dedicados a diversos aspectos del diseño de la logística. El capítulo 12 establece la perspectiva global de las operaciones empresariales actuales. Pocas compañías gozan de la sencillez de efectuar negocios dentro de un solo país. La complejidad de la globalización ha aumentado por la posibilidad de cubrir más territorio. Dada la naturaleza dinámica de los negocios contemporáneos, es común que los administradores realicen evaluaciones continuas de su estructura de apoyo logístico. El capítulo 13 se concentra en la integración de una red. Se desarrolla e ilustra un modelo integrado que combina en un solo marco teórico las dimensiones temporal y espacial de la logística. La estructura de la integración aporta las bases para el desarrollo de procesos, la cuantificación de las soluciones intermedias y la medición de la integración. En el capítulo 14, el marco teórico se transforma en operativo en términos de la metodología y la técnica para efectuar el diseño de los sistemas logísticos. Un proceso de diseño paso a paso aporta una guía para enfrentar el diseño y la implementación de la estructura y la estrategia del canal. El capítulo 14 también presenta un panorama de las herramientas de planificación y análisis operativo que ayudan a los administradores a enfrentar las operaciones logísticas.

Posicionamiento estratégico global

Integración de la cadena de suministro global

La logística en una economía global

Etapas del desarrollo internacional

Administración de la cadena de suministro global

Protección de la cadena de suministro

Contratación internacional

Razón fundamental para la contratación en un país con costos bajos

Desafíos para la contratación en un país con costos bajos

Lineamientos para la contratación

Resumen

La globalización ofrece muchas oportunidades y desafíos para las operaciones y las estrategias de la logística y la cadena de suministro. Entre las oportunidades están el aumento de los mercados y una diversidad más amplia de alternativas de manufactura con ventajas variables de los recursos humanos y materiales absolutos y comparativos. Algunas regiones del mundo pueden proporcionar economías de escala importantes debido a sus niveles de salarios competitivos, mientras que otras ofrecen bastante flexibilidad debido a sus experiencias. Los desafíos relacionados con aprovechar estos beneficios son los ambientes operativos logísticos más exigentes, las consideraciones de protección y los análisis más complejos del costo total. El capítulo 12 analiza las etapas de las integraciones de una cadena de suministro global, la necesidad y los desafíos de la protección a nivel mundial, y concluye con los lineamientos para tomar decisiones globales de contratación.

Integración de la cadena de suministro global

Si bien un sistema logístico eficaz es importante para la integración de una cadena de suministro local, es absolutamente esencial para una manufactura y una mercadotecnia exitosas a nivel mundial. La logística local se concentra en realizar actividades de movimiento y almacenamiento para apoyar la integración de la cadena de suministro en un ambiente relativamente controlado. La logística global debe apoyar operaciones en diversas condiciones nacionales, políticas y económicas, al mismo tiempo que enfrentar una mayor incertidumbre asociada con la distancia, la demanda, la diversidad y la documentación del comercio internacional.

Los desafíos operativos de los sistemas logísticos globales varían mucho en cada región importante del mundo. El reto de la logística en América del Norte es el de una geografía abierta con opciones de transporte extensas y flexibles, y una necesidad limitada de documentación para

cruzar las fronteras. En contraste, la logística europea enfrenta una geografía compacta relacionada con numerosas situaciones políticas, culturales, reglamentarias y de idiomas; también está muy saturada debido a la densidad de la población y al hecho de que gran parte de los caminos datan de muchos siglos atrás. El desafío logístico del Pacífico asiático es que requiere embarques por agua y aire para superar las distancias grandes. Estas características diferentes requieren que las empresas que tienen operaciones globales desarrollen y mantengan una amplia variedad de capacidades y conocimientos.

En el pasado, una empresa podía sobrevivir al operar sólo con estrategias empresariales para América del Norte, Europa o el Pacífico asiático. Si bien es más fácil crear y operar estrategias regionales únicas, la duplicación resultante solía provocar que se perdieran las economías de escala y una utilización deficiente del activo. Aunque la regionalización sigue siendo viable para algunas empresas, quienes desean crecer y prosperar deben enfrentar los desafíos de la globalización. Las iniciativas empresariales estratégicas deben cambiar conforme una empresa y su cadena de suministro se vuelven cada vez más globales.

La logística en una economía global

Las operaciones globales aumentan el costo y la complejidad de la logística. El costo estimado de ésta en 2002 para los países industrializados superó los 6.7 billones de dólares o 13.8% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial estimado. La tabla 12.1 enlista el PIB y el costo logís-

TABLA 12.1
Gastos logísticos estimados por país en 2002

Fuente: Reimpreso con autorización de Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox, y Roger J. Calantone, "Estimation of Global Logistics Expenditures: Current Update", de *Journal of Business Logistics*, vol. 26, núm. 2, 2005, pp. 1-16.

Región	País	PIB (miles de millones) de dólares	Logística (miles de millones) de dólares	Logística (% del PIB)
América del Norte	Canadá	925	110	11.9%
	México	905	136	15.0%
	Estados Unidos	10 308	957	9.3%
	Región	12 137	1 203	9.9%
Europa	Bélgica	285	35	12.1%
	Dinamarca	166	23	13.6%
	Francia	1 601	186	11.6%
	Alemania	2 236	374	16.7%
	Grecia	199	26	13.0%
	Irlanda	143	21	14.9%
	Italia	1 525	186	12.2%
	Holanda	470	56	11.8%
	Portugal	186	25	13.4%
	España	878	124	14.1%
	Reino Unido	1 549	174	11.3%
	Región	9 238	1 229	13.3%
Pacífico asiático	China	5 861	1 052	17.9%
	India	2 800	487	17.4%
	Hong Kong, China	183	24	13.2%
	Japón	3 425	390	11.4%
	República de Corea	807	102	12.7%
	Singapur	100	14	14.3%
	Taiwán, China	406	57	14.1%
	Región	13 582	2 127	15.7%
América del Sur	Brasil	1 355	204	15.0%
	Venezuela, RB	135	16	12.0%
	Argentina	413	52	12.6%
	Región	1 903	272	14.3%
Países restantes		11 912	1 902	16.0%
Total		48 771	6 732	13.8%

tico estimado por país. En términos de complejidad, las operaciones globales, en contraste con las locales, se caracterizan por una mayor incertidumbre, mayor variabilidad, menor control y menor visibilidad. La incertidumbre es el resultado de las distancias más grandes, los tiempos de desarrollo más prolongados y un menor conocimiento del mercado. El aumento en la variación proviene de los requerimientos únicos de los clientes y la documentación. La disminución en el control es causada por el extenso uso de empresas de servicios internacionales, aunado a una posible intervención gubernamental en áreas como requerimientos aduanales y restricciones comerciales. La menor visibilidad es producto de los tiempos de tránsito y residencia más prolongados, con menos capacidad para dar seguimiento y determinar con exactitud dónde están los embarques.

Estos singulares desafíos complican el desarrollo de una estrategia eficiente y efectiva de la cadena de suministro mundial. Por suerte, existen fuerzas que dirigen y facilitan la globalización y que requieren operaciones logísticas sin fronteras.

Etapas del desarrollo internacional

El continuo del desarrollo comercial global va desde la exportación/importación hasta la presencia local y el concepto de la empresa sin país. El análisis siguiente describe las implicaciones conceptuales y administrativas del desarrollo estratégico. La tabla 12.2 enumera las estrategias de productos, mercadotecnia, cadena de suministro, administración, tecnologías de la información y recursos humanos característicos para cada etapa de la globalización.

Exportación/importación: una perspectiva nacional

La etapa inicial del comercio internacional se caracteriza por exportar e importar. Una organización participante suele concentrarse en sus operaciones locales y considera las transacciones internacionales en términos de apoyar el negocio local. Específicamente, una empresa usa una estrategia de exportación/importación para aumentar los ingresos o disminuir los costos asociados con la operación local. Como lo indica la tabla 12.2, una estrategia de exportación/importación suele implicar un producto estandarizado que se fabrica en el país de origen de la empresa, concentrado en una base de clientes limitada, con los servicios logísticos requeridos para la exporta-

TABLA 12.2 Características diferenciales del desarrollo global

Tres etapas del desarrollo	Producto concentrado en	Estrategia de mercadotecnia	Estrategia de la cadena de suministro	Administración	Información y apoyo de decisiones	Desarrollo de recursos humanos
Exportación/importación	Producción y distribución local	Clientes específicos	Agentes y otros proveedores de servicios logísticos	Transacciones dirigidas con finanzas integradas	Se concentra en el país con EDI limitada	Administración centrada en el país y experiencia internacional limitada
Operaciones internacionales: presencia local	Personalización del mercado local apoyada por aplazamiento o producción local	Se concentra en áreas específicas del mercado, las cuales pueden cruzar las fronteras nacionales	Subsidiarias y distribuidoras locales con vuelos fletados específicos y presencia local visible	Administración descentralizada de operadores locales y alianzas estratégicas con responsabilidad de ganancias locales	Base de datos y apoyo de decisiones independientes	Administración principal limitada con experiencia internacional y fuerte atención en las decisiones del país
Globalización	Marcas globales	Todas las regiones económicas	Flujo mundial de recursos importantes para aprovechar las ventajas de la contratación y la mercadotecnia globales	Planificación centralizada con distribución local flexible apoyada con sistemas comunes	Base de datos y apoyo de decisiones integrados	Capacitación y experiencia internacionales requeridas para toda la administración de nivel superior con algunos requerimientos para la administración de nivel medio

ción/importación proporcionados por proveedores de servicios integrados (ISP) especializados. El contexto empresarial es dirigido por transacciones en las cuales los informes financieros comunes aportan el único nivel de integración.

Una orientación de negocios nacionales de exportación/importación afecta las decisiones logísticas de tres modos. Primero, las opciones de contratación y recursos son afectadas por restricciones artificiales, entre las cuales están las restricciones de uso, las leyes de contenido local o los sobreprecios. Una **restricción de uso** es una limitación, por lo general impuesta por el gobierno, que controla el nivel de ventas o compras de importación. Por ejemplo, pueden pedir a la empresa que utilice sus divisiones internas para adquirir materiales, aunque los precios o la calidad no sean competitivos. Las **leyes de contenido local** especifican la proporción de un producto que debe contratarse dentro de la economía local. Los **sobreprecios** implican cobros más altos para un producto contratado en el extranjero impuestos por los gobiernos para mantener la viabilidad de los proveedores locales. En combinación, las restricciones de uso, las leyes de contenido local y los sobreprecios, limitan la capacidad de la administración para seleccionar al proveedor que prefiera.

Segundo, la logística para apoyar las operaciones de exportación/importación aumenta la complejidad de la planificación. Un objetivo logístico fundamental es regularizar el flujo del producto para facilitar una utilización eficiente de la capacidad. Este objetivo a veces es difícil en una operación de exportación/importación debido a la incertidumbre y a las restricciones del gobierno.

Tercero, una estrategia de exportación/importación extiende las prácticas operativas y los sistemas logísticos locales a los orígenes y destinos globales. Aunque una estrategia de este tipo no introduce mucha complejidad en las operaciones locales, es posible que aumente la complejidad operativa, porque existen numerosas excepciones. Los administradores locales deben atender las excepciones, al mismo tiempo que permanecer dentro de los lineamientos de las políticas y procedimientos corporativos. Por ejemplo, aunque el soborno es una práctica ilegal y poco ética, en casi todos los países desarrollados, esa “facilitación” de los pagos puede ser el único medio de hacer que el producto pase por las aduanas en los países en desarrollo. Como resultado, la administración logística establecida en otros países debe atender los ambientes locales, culturales, de idiomas, laborales y políticos sin que en las oficinas centrales corporativas se comprendan por completo ciertas prácticas.

Operaciones internacionales: la presencia local

La segunda etapa del desarrollo internacional se caracteriza por establecer operaciones en otro país. Las operaciones internas pueden incluir diversas combinaciones de mercadotecnia, ventas, producción y logística. El establecimiento de instalaciones y operaciones locales sirve para aumentar el conocimiento del mercado y la sensibilidad. Esto se conoce como establecer **presencia local**. Esta estrategia emplea la producción y distribución locales apoyadas por una estrategia de aplazamiento para personalizar los productos. Las empresas que atienden una presencia local suelen restringir sus operaciones a una cantidad limitada de áreas geográficas. Al comienzo de una estrategia de presencia local, las operaciones en otro país suelen depender de la administración y el personal, los valores, los procedimientos y las operaciones de la compañía original. Sin embargo, con el tiempo las unidades empresariales que operan dentro de un área de mercado en otro país tienen que adoptar las prácticas locales.

Esta adopción suele significar el desarrollo de organizaciones únicas para administración, mercadotecnia y ventas, y puede incluir el uso de los sistemas empresariales locales. Conforme se expanden las operaciones de presencia local, termina poremerger la filosofía del país anfitrión; sin embargo, sigue siendo dominante la visión estratégica de las oficinas centrales de la compañía. Las operaciones individuales por país todavía se miden contra las expectativas y estándares del país de origen.

Globalización: la empresa sin país

La empresa sin país tiene un marcado contraste con las operaciones dirigidas por una perspectiva de exportación/importación o internacional. El concepto original de la empresa sin país se popularizó en un artículo de *Business Week* hace más de una década. El artículo describía a las empresas

sin país como aquellas cuya administración principal toma decisiones eficaces y considera muy poco o nada las fronteras nacionales.¹

Las empresas sin país mantienen operaciones regionales y desarrollan una estructura de oficinas generales para coordinar las operaciones a través de un área. Por lo tanto, la empresa no tiene país en el sentido de que ningún país original establece la política. La administración superior suele representar una combinación de nacionalidades. Las operaciones sin país funcionan con base en la mercadotecnia local, y las operaciones de ventas suelen ser apoyadas por operaciones de manufactura y logística de clase mundial. Las decisiones de contratación de productos y mercadotecnia se toman a través de una amplia variedad de alternativas geográficas. Se designan sistemas y procedimientos para cumplir los requerimientos individuales por país y se acumulan para compartir el conocimiento y para los informes financieros. Una empresa verdaderamente global emplea marcas globales con una personalización limitada que refleje las sensibilidades del mercado, opera en casi todas las regiones globales, emplea una perspectiva global de los recursos en términos de producción y logística, e incorpora sistemas integrados de preparación de informes y tecnologías de planificación para conseguir sinergias operativas globales.

Por ejemplo, considere una empresa cuyo origen histórico está en Alemania, Japón o Estados Unidos, pero que un alto porcentaje de sus ventas, propiedades y activos se conservan y administran en China. Se calcula que China es la tercera economía más grande del mundo, pero existen muchos aspectos de la cadena de suministro, como las capacidades y la infraestructura logística, que todavía son de tercer mundo. Las comunicaciones, los sistemas de transporte intermodales, el seguimiento y las carreteras limitadas, excepto entre las principales ciudades de China, dificultan emplear prácticas operativas del siglo XXI en las cadenas de suministro. Por estas razones, una empresa sin país que funciona en China necesita una combinación de administración local que facilite las operaciones locales y una administración que comprenda por completo las implicaciones de desarrollar sistemas empresariales, una tasa rápida de cambio y aprovechar el volumen desequilibrado de exportación/importación.

Algunos ejemplos de empresas sin país son ABB (Suiza), Coca-Cola (Estados Unidos), Dow Chemical (Estados Unidos), Hoescht (Alemania), IBM (Estados Unidos), ICI (Gran Bretaña), Johnson & Johnson (Estados Unidos), Nestlé (Suiza), Novartis (Suiza) y Philips (Holanda). Estas empresas se caracterizan por una combinación de marcas globales producidas y comercializadas en todo el mundo con sistemas y administración integrados que pueden sintetizar operaciones globales al mismo tiempo que son sensibles a las consideraciones regionales y locales.

Aunque casi todas las empresas que se dedican a los negocios internacionales operan en las etapas uno y dos, para convertirse en un participante global, una empresa verdaderamente internacional debe migrar hacia una mercadotecnia y operaciones globales. Dicha globalización requiere un nivel significativo de confianza en la administración que trascienda los países y las culturas. Esta confianza sólo crece conforme los administradores viven y trabajan cada vez más entre las culturas.

Administración de la cadena de suministro global

Para enfrentar los desafíos mencionados, la administración de la logística debe considerar cinco diferencias importantes entre las operaciones locales e internacionales: 1) la estructura del ciclo de desempeño, 2) el transporte, 3) las consideraciones operativas, 4) la integración de los sistemas de información, y 5) las alianzas. Después, estas consideraciones deben incorporarse en la estrategia operativa global de la empresa.

Estructura del ciclo de desempeño

La longitud del ciclo de desempeño es una diferencia importante entre las operaciones locales y globales. En vez de tiempos de tránsito de uno a cinco días, y de ciclos de desempeño totales de dos a 10 días, los ciclos operativos globales suelen requerir semanas o meses. Por ejemplo, es

¹ "The Stateless Corporation", *Business Week*, 14 de mayo de 1990, p. 98.

común que las partes automotrices de los proveedores del Pacífico asiático tarden 60 días desde la liberación de un pedido hasta la entrega física en una planta de manufactura en Estados Unidos. Asimismo, la mercancía de moda puede tardar entre 30 y 60 días desde el momento en que se libera el pedido para el fabricante hasta que se recibe en un almacén de distribución estadounidense.

Las razones que conducen a un ciclo más prolongado desde el pedido hasta la entrega son los retrasos en la comunicación, los requerimientos de financiamiento, los requerimientos especiales de empacado, la programación del flete marítimo, los tiempos de tránsito lentos y la autorización aduanal. La comunicación se puede atrasar debido a las zonas horarias y a las diferencias de idiomas. Los retrasos financieros son provocados por los requerimientos de cartas de crédito y cambios de divisas. Se puede necesitar un empacado especial para proteger los productos del daño en tránsito debido a la humedad o temperatura elevadas y a las condiciones climáticas. Una vez que se introduce un producto en contenedores, debe programarse para que se mueva entre puertos que tengan la capacidad de manejo adecuada. Este proceso de programación puede requerir hasta 30 días si los puertos de origen y destino no están en los carriles de tráfico con alto volumen o si las embarcaciones que llegan al puerto requerido carecen del equipo necesario. El tiempo de tránsito, una vez que la embarcación está en ruta, va de 10 a 21 días. Los retrasos en los puertos son comunes porque las embarcaciones esperan a que otras abandonen las instalaciones del puerto. Las autorizaciones aduanales puede extender todavía más el tiempo local. Aunque es cada vez más común utilizar mensajes electrónicos para obtener las autorizaciones por las aduanas antes de que un embarque de productos llegue a los puertos internacionales, todavía es extenso el tiempo transcurrido del ciclo de desempeño. Los problemas especiales de protección, los cuales se describen más adelante en este capítulo, pueden crear retrasos adicionales. Otro problema es la disponibilidad limitada de contenedores. El movimiento de Asia a Estados Unidos suele estar desequilibrado porque se importa más material a Estados Unidos del que se exporta a Asia. Como resultado, existe una fuerte demanda de contenedores para mover productos de Asia a Estados Unidos, pero poca motivación para devolver los contenedores vacíos. Esto comprueba que el comercio desequilibrado, ya sea local o internacional, puede aumentar la complejidad de las operaciones logísticas.

Estos factores provocan que los ciclos de desempeño logístico internacionales sean más prolongados, menos uniformes y menos flexibles que los de las operaciones locales normales. Esta falta de uniformidad dificulta la planificación. Es más difícil determinar el estado de un embarque y prever los tiempos de llegada. El ciclo de desempeño más prolongado produce un compromiso más alto del activo, porque mucho inventario está en tránsito en cualquier momento.

Transporte

La iniciativa de Estados Unidos para desregular el transporte a principios de 1980 se ha extendido en todo el mundo. Han ocurrido tres importantes cambios globales: 1) la propiedad y la operación intermodales, 2) la privatización, y 3) el tráfico y los acuerdos bilaterales.

Desde hace mucho tiempo han existido restricciones regulativas relacionadas con la propiedad del transporte y los derechos operativos internacionales. Los transportistas estaban limitados a operar dentro de un solo modo con pocos acuerdos operativos y de precios conjuntos. Las líneas marítimas no podían poseer y administrar operaciones terrestres integradas con camiones o ferrocarriles. Sin una propiedad, operaciones ni acuerdos de precios conjuntos, era complicada la realización de embarques internacionales. Los embarques internacionales solían requerir que varios transportistas realizaran un solo movimiento del flete. Específicamente, el gobierno, y no las fuerzas del mercado, determinaba el grado en que podían participar en los servicios los transportistas de otros países. Aunque siguen vigentes algunas restricciones de propiedad y de operación, las disposiciones de mercadotecnia y alianzas entre los países han mejorado mucho la flexibilidad del transporte. La eliminación de las restricciones de propiedad multimodal en Estados Unidos y en casi todos los otros países industrializados sirvió para facilitar el movimiento integrado. En respuesta a algunos de estos cambios en los requerimientos de propiedad, se han establecido cada vez más proveedores de servicios mundiales, como DeutschePost, FedEx, TNT y United Parcel Service.

Un segundo efecto del transporte en las operaciones globales es una mayor privatización de los transportistas. Se acostumbraba que muchos transportistas internacionales fueran propiedad de los gobiernos, quienes los operaban en un esfuerzo para promover el comercio y la protección de los países. Los transportistas propiedad de los gobiernos solían estar subsidiados y cobraban sobreprecios a las empresas extranjeras que utilizaban estos servicios. Los precios artificialmente altos y un servicio deficiente hacían costosos y poco confiables los embarques mediante este tipo de transporte. Las reglas laborales y la fortaleza de los sindicatos también generaban ineficiencias. La combinación de un costo operativo alto y una eficiencia baja, hacían que muchos transportistas propiedad de los gobiernos operaran con pérdidas. Muchos de esos transportistas han sido privatizados y deben funcionar en un ambiente competitivo. La privatización de los transportes produjo una mayor disponibilidad de transportistas internacionales eficientes.

Los cambios en el tráfico y los acuerdos de servicios bilaterales son el tercer factor que afecta el comercio internacional. Las leyes de tráfico requieren que los pasajeros o los artículos que se mueven entre dos puertos locales utilicen sólo transportes locales. Por ejemplo, se requería que el embarque acuático de Los Ángeles a Nueva York utilizara un transportista estadounidense. Leyes de tráfico similares impedían a los conductores canadienses llevar una carga de regreso a Detroit una vez que descargaban en Texas un embarque originado en Canadá. Las leyes de tráfico fueron diseñadas para proteger a las industrias de transportes locales, aun cuando también sirvieron para reducir la utilización general del equipo de transporte y la eficiencia relacionada. La Comunidad Europea redujo las restricciones de tráfico para aumentar la eficiencia del comercio. Tales restricciones reducidas en el tráfico ahorrarán a las empresas estadounidenses de 10 a 15% en los costos de embarque dentro de Europa. Aunque Estados Unidos no ha rescindido sus leyes de tráfico con Canadá y México, se han eliminado algunas restricciones para mejorar la utilización del equipo y reducir el impacto ambiental.

Consideraciones operativas

Existen varias consideraciones operativas únicas en un ambiente global. Primero, las operaciones internacionales requieren varios idiomas para el producto y la documentación. Un producto técnico como una computadora o una calculadora debe tener características locales como el teclado y el idioma en el producto mismo y en los manuales relacionados. Desde una perspectiva logística, las diferencias de idioma afectan mucho la complejidad porque un producto está limitado a un país específico una vez que se personaliza con un idioma. Por ejemplo, aunque Europa occidental es mucho más pequeña que Estados Unidos en un sentido geográfico, requiere relativamente más inventario para apoyar los esfuerzos de mercadotecnia porque se requieren inventarios separados para atender a los diversos idiomas. Aunque se ha reducido la proliferación de productos causada por los requerimientos de idiomas mediante estrategias de empacado y aplazamiento en diversos idiomas, tales prácticas no siempre son aceptables. Algunos clientes rehúsan aceptar productos sin manuales en su lengua nativa. Además de las implicaciones de los idiomas, las operaciones internacionales requieren documentación en distintas lenguas, para cada país por el que pasa el embarque. Aunque el inglés es el lenguaje general del comercio, algunos países obligan a proporcionar la documentación de transporte y de aduanas en el idioma local. Esto aumenta el tiempo y el esfuerzo para las operaciones internacionales, porque deben traducirse documentos complejos antes del embarque. Estas dificultades de comunicación y documentación de algún modo se superan mediante transacciones electrónicas estandarizadas.

La segunda consideración operativa global son las cuestiones únicas de cada país como las funciones de desempeño, las características técnicas, las consideraciones ambientales, y los requerimientos de seguridad. Entre las diferencias en las características de desempeño están las funciones específicas de los productos, como la velocidad o las restricciones de los procesos. Entre las características técnicas están las fuentes de alimentación, la documentación y los sistemas de medidas. Las consideraciones ambientales incluyen los productos químicos que se pueden utilizar o los tipos y cantidades de desechos generados. Los requerimientos de seguridad son el apagado automático y la documentación especializada. Aunque no son sustanciales, las pequeñas diferencias entre los requerimientos de los países pueden aumentar las SKU requeridas y, en consecuencia, los niveles del inventario.

TABLA 12.3

Los formularios comunes de la documentación logística internacional

- *Carta de crédito comercial irrevocable de exportación.* Un contrato entre un importador y un banco que transfiere la responsabilidad o el pago al exportador del importador al banco del importador (que se supone es más digno de crédito).
- *Giro bancario (o letra de cambio).* Un medio de pago para una transacción de importación/exportación. Existen dos tipos: la transacción pagable a la vista con los documentos adecuados (*giro a la vista*) y una transacción pagable en algún tiempo fijo después de la aceptación de los documentos adecuados (*giro fechado*). Cualquier tipo de giro acompañado por instrucciones y otros documentos (*pero no una carta de crédito*) es un giro de documento.
- *Conocimiento de embarque.* Emitido por la compañía embarcadora o su agente como evidencia de un contrato para embarcar la mercancía y para reclamar la propiedad de los artículos.
- *Documento combinado de transporte.* Puede reemplazar al conocimiento de embarque si los bienes se embarcaron por avión (*libranza aérea*) o por más de un medio de transporte.
- *Factura comercial.* Un documento escrito por el exportador para describir con precisión los artículos y los términos de la venta (similar a una factura de embarque utilizada en los embarques locales).
- *Certificado de seguro.* Explica el tipo de cobertura que se utiliza (incendio, robo, inundación), el nombre del asegurador y el exportador cuya propiedad se asegura.
- *Certificado de origen.* Denota el país en el que se produjeron los artículos para valorar las tarifas y otras restricciones sobre el comercio impuestas por los gobiernos.

La tercera consideración operativa es la enorme cantidad de documentación requerida para las operaciones internacionales. Aunque las operaciones locales se pueden completar mediante una factura y un conocimiento de embarque, las internacionales requieren bastantes documentos acerca del contenido del pedido, el transporte, el financiamiento y el control gubernamental. La tabla 12.3 enlista y describe los formularios comunes de la documentación internacional.

La cuarta consideración operativa es la alta incidencia de intercambios y las desventajas por aranceles que se encuentran en algunas situaciones internacionales. Si bien las empresas más establecidas prefieren las transacciones en efectivo, el trueque es importante. En esencia, se da cuando un vendedor acepta productos como pago o compra productos del comprador como parte de un acuerdo de ventas. Aunque dichos acuerdos tienen consecuencias financieras, también tienen implicaciones importantes para la logística y la mercadotecnia en términos de la disposición de los artículos recibidos como pago. Las desventajas de los aranceles ocurren en situaciones donde una empresa paga un arancel para importar artículos de otro país, pero el arancel no se puede recuperar o devolver si se exportan los artículos o un equivalente comparable. Por ejemplo, Pepsi proporciona jarabe al gobierno soviético, el cual embotella y comercializa la bebida sin prácticamente ningún control por parte de la marca. A cambio, Pepsi recibe como pago del jarabe los derechos exclusivos de distribución del vodka ruso Stolichnaya en Estados Unidos. Este derecho exclusivo requiere un apoyo de mercadotecnia y logístico.

Integración de los sistemas de información

Un desafío importante en la globalización es la integración de los sistemas de información. Debido a que las empresas suelen globalizar mediante la adquisición y la fusión, se demora la integración de los sistemas. La integración operativa requiere la capacidad para dirigir los pedidos y administrar los requerimientos del inventario de manera electrónica por todo el mundo. El desarrollo de una integración tecnológica de apoyo representa una inversión de capital importante. El proceso general recibió un gran impulso por la iniciativa global para lograr el cumplimiento del paso de las computadoras al año 2000. Como se analizó en el capítulo 5, se requieren dos tipos de integración del sistema para apoyar las operaciones globales. El primero es un sistema de transacciones o ERP global. Este sistema es necesario para proporcionar datos comunes sin tomar en cuenta los clientes, los proveedores, los productos y las finanzas globales. También es necesario proporcionar información común y coherente acerca del estado de los pedidos y el inventario, sin tomar en cuenta el lugar desde donde el cliente hace la consulta o donde se entrega el embarque. El segundo requerimiento de la integración de un sistema es una planificación global que maximice la utilización del activo de manufactura y de entrega, al mismo tiempo que cumpla con los requerimientos de servicio al cliente. Pocas empresas tienen sistemas o capacidad de información global completamente integrados.

Alianzas

Una consideración final de las operaciones internacionales es la creciente importancia de las alianzas con terceros. Aunque las alianzas con los transportistas y proveedores de servicios especializados son importantes en las operaciones locales, son esenciales en el comercio internacional. Sin alianzas, sería necesario que una empresa operara internacionalmente para mantener contacto con los minoristas, los mayoristas, los fabricantes, los proveedores locales y los proveedores de servicios en todo el mundo. Las alianzas internacionales permiten el acceso al mercado y los conocimientos, y reduce el riesgo inherente de las operaciones globales. La cantidad de alternativas y la complejidad de la globalización requieren alianzas.

En resumen, la globalización es una frontera en evolución que cada día demanda más la integración de la cadena de suministro. Conforme crecen las empresas, su atención de los mercados internacionales exige que aumente la capacidad logística debido a las cadenas de suministro más grandes, mayor variación, menor incertidumbre y más documentación. Aunque las fuerzas del cambio impulsan las operaciones sin fronteras, la administración de la logística de la cadena de suministro todavía enfrenta obstáculos del mercado, financieros y del canal. Algunos ejemplos de obstáculos son la distancia, la demanda, la diversidad y la documentación. El reto es posicionar una empresa para que aproveche los beneficios de la mercadotecnia y la manufactura globales al desarrollar una capacidad logística que abarque todo el mundo.

Protección de la cadena de suministro²

Como resultado de los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001, el riesgo y la protección de la cadena de suministro son dos temas que cada día interesan más a los administradores logísticos. La administración de riesgos se concentra en minimizar el impacto de las dificultades operativas del proveedor, las fallas empresariales y los paros no planeados de la producción en las operaciones de una empresa. Los administradores deben interesarse no sólo en sus proveedores específicos, sino en el desempeño a través de su cadena de suministro extendida. Este proceso, conocido como **planificación de la continuidad empresarial**, debe identificar y evaluar a los proveedores con respecto a su posibilidad de fallas y las implicaciones de riesgo para la empresa. Cuando existe un riesgo sustancial, la administración debe realizar acciones para mitigar el riesgo a través de un mayor control del proveedor o de la identificación de proveedores alternos. La mitigación del riesgo básico del suministro es responsabilidad directa de adquisiciones.

La protección de la cadena de suministro es la aplicación de políticas, procedimientos y tecnología para proteger el activo, los productos, las plantas, el equipo, la información y el personal contra robos, daños o terrorismo, y para evitar la introducción no autorizada de contrabando, personas o armas de destrucción masiva. Los retos de la protección de la cadena de suministro planteados por la amenaza del terrorismo tienen importantes implicaciones para las empresas, los proveedores, los clientes, los transportistas, los operarios de terminales, los gobiernos y los socios comerciales globales. En realidad, la economía mundial depende de la protección y la resistencia de la cadena de suministro. Aunque ya se definió la protección de la cadena de suministro, la **resistencia** se refiere a la capacidad de una cadena de suministro para soportar y recuperarse de un incidente. Una cadena de suministro resistente es proactiva porque prevé y establece pasos planificados para evitar y responder a los incidentes. Las cadenas de suministro resistentes se reconstruyen o restablecen rápidamente los medios alternos de operación cuando experimentan un incidente.

Para las empresas ya no es adecuado concentrarse en los procedimientos internos de protección dirigidos a evitar robos y a planificar emergencias para los incidentes en las plantas y los almacenes. En la actualidad, los administradores deben pensar en planificar más allá de los cuatro muros de sus plantas. El desafío de la protección de la cadena de suministro se extiende más allá de la prevención de robos o la amenaza de terrorismo y requiere la integración de la protección

² Esta sección se desarrolló a partir de material en David J. Closs y Edmund F. McGarrell, "Enhancing Supply Chain Security", Washington: IBM Center for the Business of Government, (abril de 2004).

con muchas otras unidades de prevención. Por lo tanto, se requiere equipos multifuncionales que incluyen representantes de logística, producción, control, adquisiciones, impuestos, aduanas, protección, relaciones gubernamentales, controles internos y recursos humanos para desarrollar e implementar iniciativas y procesos detallados para la protección de la cadena de suministro. Las empresas no sólo deben preocuparse por los procedimientos de protección dentro de sus propias operaciones y los de los proveedores de primer nivel y de los destinos de embarque, también necesitan ocuparse de proteger toda la cadena de suministro.

Aunque es obvia la necesidad de proteger a los clientes y los empleados de una empresa de incidentes terroristas, existen otras razones por las cuales la administración de la cadena de suministro debe establecer la protección. Primero, una falla en la protección de una cadena de suministro puede dañar de manera permanente o temporal la marca de una empresa. La importación accidental de carne infectada con la **enfermedad de las vacas locas** de Canadá tuvo un impacto negativo importante en las empresas relacionadas.³ Si una empresa no emprende acciones adecuadas para asegurar la protección de la cadena de suministro, es posible que los ejecutivos sean responsables legales de la falta de protección del activo de la empresa. Segundo, una falla en la protección de una cadena de suministro puede generar un serio impacto económico en una región o una industria. El cierre de las fronteras después del 11 de septiembre de 2001 produjo varios cierres de plantas, lo cual disminuyó la actividad económica y el empleo. Asimismo, el incidente de la enfermedad de las vacas locas produjo una acentuada disminución en la industria de la carne en el estado de Washington.

Dada la naturaleza global de las cadenas de suministro, las empresas también dependen de procedimientos, leyes y regulaciones que pueden ser únicas en diferentes países en todo el mundo. Es probable que las decisiones en relación con los proveedores dependan cada vez más del estado confiable de un asociado de la empresa y el país del proveedor. Específicamente, ¿los asociados y los proveedores de servicios de la cadena de suministro han demostrado que son confiables para asegurar la protección de los productos cuando están bajo su control? Por último, los administradores de la cadena de suministro deben ocuparse de autoevaluar la planificación de la seguridad y las contingencias, y los equipos multifuncionales deben desarrollar planes de administración de crisis que incluyan componentes de planificación, mitigación, detección, respuesta y recuperación.

Para promover el crecimiento económico y aumentar el comercio internacional, los gobiernos son responsables de facilitar el movimiento de las personas y los artículos a través de las fronteras, y son los responsables finales de la seguridad de las personas, el país y el comercio. Para las agencias gubernamentales la atención se ha concentrado en el control del comercio, en asegurar el cobro de impuestos y aranceles, y en la limitación del flujo de artículos ilegales, por medio de inspecciones por muestreo de las importaciones para asegurar la protección.⁴ Sin embargo, en la actualidad la atención se traslada a la facilitación del comercio y a una protección optimizada en las operaciones iniciales de la cadena de suministro al identificar los socios confiables para aumentar la protección durante la inspección de las exportaciones y el seguimiento de la información. Sin embargo, la noción misma de socio confiable crea la necesidad de una cooperación global.

Estados Unidos y muchos de sus socios comerciales han respondido a la amenaza del terrorismo al iniciar esfuerzos por desarrollar protección y facilitar el comercio. El Congreso estadounidense ordenó que el Departamento de seguridad interna (Department of Homeland Security, DHS) Dirección de Seguridad de la Frontera y el Transporte, asegurara el flujo eficiente, rápido y ordenado del tráfico y el comercio legal. La oficina de Protección de Aduanas y Fronteras de Estados Unidos, que ahora es parte del DHS, ha intentado facilitar el comercio y aumentar la protección por medio de la Sociedad Comercial de Aduanas contra el Terrorismo (Customs Trade Partnership against Terrorism, C-TPAT), la Iniciativa de Seguridad de los Contenedores (Container Security Initiative, CSI) y programas relacionados.⁵ C-TPAT busca certificar con anticipación embarcadores seleccionados mediante autoevaluaciones de los procedimientos de protección, acopladas con revisiones y verificaciones de las aduanas. CSI solicita una revisión previa de los contenedores, acompañada con un seguimiento rápido cuando la carga llega a Estados Unidos. La Regla de Manifiesto

³Para un análisis más detallado, consulte <http://www.cnn.com/2003/US/12/23/mad.cow/index.html>

⁴Es evidente que el nivel de control de las importaciones y exportaciones varía con el movimiento de ciertas tecnologías muy controladas.

⁵Para un análisis más detallado y actualizado acerca de estas iniciativas para mejorar la protección de la cadena de suministro, consulte el sitio web del Departamento de Seguridad en el Hogar en www.dhs.gov.

Anticipado (Advanced Manifest Rule, AMR) y la más reciente Información Anticipada de la Carga (Advance Cargo Information, ACI) requieren datos detallados de la carga antes de que entre o se embarque desde Estados Unidos por vía marítima, aérea, ferroviaria o camionera.⁶ El programa de Comercio Libre y Seguro (Free and Secure Trade, FAST) permite que los artículos de bajo riesgo trasladados por transportistas confiables para empresas certificadas realicen un cruce rápido de fronteras, al mismo tiempo que reserva los recursos de revisión para los embarques desconocidos o de alto riesgo. Estas provisiones requieren la cooperación internacional. La etapa siguiente de estos desarrollos será la utilización de tecnología para mejorar la detección de la manipulación indebida, aumentar la eficiencia y la eficacia del seguimiento, y ampliar el alcance de los “socios confiables” para incrementar la eficiencia a un mayor número de lugares de embarque.

Estos esfuerzos globales no están confinados a iniciativas del gobierno de Estados Unidos. La Organización Mundial del Comercio (World Trade Organization, WTO) también busca facilitar el comercio al trasladar los controles y la inspección a la etapa de exportación por medio de compartir información uniforme entre las agencias gubernamentales, las empresas, los proveedores, los transportistas y los clientes. La Organización Mundial de Aduanas (World Customs Organization, WCO), y sus 161 países integrantes, participa en la iniciativa de estándares globales para la protección de la cadena de suministro, que también busca facilitar el comercio al desarrollar y promover lineamientos que ayuden a las administraciones aduaneras a colaborar para promover la autorización rápida de los embarques de bajo riesgo que cruzan una frontera.

Los programas aduanales de Estados Unidos, al igual que los esfuerzos de la WTO y la WCO han ampliado los procesos de verificación de las aduanas para incluir las exportaciones, y se basan en declaraciones que incluyen datos esenciales para una valoración adecuada del riesgo de la carga. Entre los datos están la descripción de las mercancías, el precio, el origen y el destino, el embarcador y el consignatario, y el proveedor del transporte que se va a utilizar para certificar a los fabricantes, los transportistas y otras entidades. La Organización Internacional para la Estandarización (International Organization Standardization, ISO) colabora con el Concejo estratégico sobre tecnología para protección en una iniciativa de carriles comerciales inteligentes y seguros (Smart and Secure Tradelanes, SST). La SST desarrolla una plataforma tecnológica para dar seguimiento global a los contenedores y generar huellas de verificación para una cadena de custodia.

La meta es crear un intercambio global de datos que permita a los integrantes de una cadena de suministro trabajar juntos y crear un ambiente que se asemeje al de la colaboración de iniciativas de calidad a principios de la década de 1990. En esa época, los clientes exigían un aumento sustancial en la calidad de los productos y el servicio. El resultado fue una intensa atención organizacional en esfuerzos para aumentar la calidad del producto y los procesos. Aunque al principio las empresas sintieron que podrían aumentar los precios para cubrir el costo de las mejoras en la calidad, el mercado respondió con rapidez que era necesario aumentar la calidad, pero sin los incrementos de precios correspondientes. De hecho, muchas empresas encontraron que era posible aumentar la calidad al mismo tiempo que reducían el costo. Asimismo, es importante observar que se espera una mayor protección de la cadena de suministro sin un incremento en el costo. Por lo tanto, el desafío actual es revisar, refinar y extender las prácticas logísticas existentes de la cadena de suministro para ofrecer los controles de protección deseados y, al mismo tiempo, mantener los costos.

Las empresas, los gobiernos y las sociedades gubernamentales son sólo algunos de los componentes institucionales de la protección de la cadena de suministro. La pérdida de un proveedor importante puede interrumpir de manera drástica una cadena de suministro, y las empresas dependen de los procedimientos de protección de los proveedores para asegurar su propia protección y conservar un estado de socio confiable con las agencias gubernamentales. Es obvio que los clientes son el punto final de la cadena de suministro y, por lo tanto, las empresas dependen de que ellos estén satisfechos. Los clientes también son importantes en el sentido de que la información necesaria para permitir una revisión del movimiento de la carga, desde el proveedor hasta el cliente, debe extenderse hasta las operaciones del cliente. La devolución de alimentos y productos relacionados con un peligro inminente son tal vez los mejores ejemplos de este requerimiento.

⁶ La AMR se aplica a la carga marítima. La presentación electrónica anticipada de información de la carga (Advance Electronic Presentation of Cargo Information, AEPCI) abarca vías acuáticas, aviones, ferrocarriles y camiones. Israel impuso requerimientos similares en noviembre de 2003 y pronto serán promulgados en la India para los embarques marítimos y aéreos.

Los transportistas, los agentes de envío de fletes, las autoridades portuarias y los operarios en las terminales tienen responsabilidades en etapas fundamentales del proceso desde el origen hasta el destino en una cadena de suministro. Los mejores procedimientos de un socio comercial confiable no tiene sentido a menos que estén apoyados por procedimientos eficaces de protección del transportista para asegurar los artículos mientras están en tránsito. Además de ser puntos importantes para una inspección, las instalaciones portuarias son objetivos potenciales de los terroristas que buscan alterar la cadena de suministro mediante ataques a una planta o como puntos de infiltración para la manipulación indebida de la carga. En consecuencia, para una protección eficaz, toda la cadena de suministro depende de procedimientos como el control de acceso, la revisión del personal, la protección física de todos los muros, y la preparación para emergencias de las autoridades portuarias y los transportistas.

La protección de la cadena de suministro requiere que la administración de la logística colabore en la determinación de las funciones con el personal de protección, calidad, legal y de aduanas. El equipo combinado debe concentrarse no sólo en la protección contra robos, sino también en evitar el uso de embarcaciones para el traslado de contrabando y armas de destrucción masiva. El embarque no detectado de dicho contrabando plantea amenazas no sólo para la empresa, sino también para el comercio mundial general. La atención debe dirigirse a toda la cadena de suministro y todos estos esfuerzos, examinados a nivel de empresa o de asociaciones gubernamentales internacionales, requieren comunicación, cooperación y colaboración pública y privada.

Contratación internacional

Uno de los desafíos principales de los negocios actuales que tiene un impacto específico sobre la administración logística es el notable aumento de la contratación internacional, sobre todo en países de bajo costo como China y Malasia. Empresas en prácticamente todas las industrias de artículos duraderos investigan Asia, Europa oriental, América Latina y África como fuentes potenciales de artículos terminados o, cuando menos, de piezas componentes. Esta sección revisa la razón fundamental de la contratación internacional en países de bajo costo, identifica algunos de los desafíos y ofrece varios lineamientos relacionados con la estrategia de contratación.

Razón fundamental para la contratación en un país con costos bajos

La mayor necesidad de competitividad global impulsa a muchas empresas, sobre todo a quienes participan en las industrias de artículos duraderos y de la moda, a identificar y establecer relaciones con proveedores en países de bajo costo. Existen varias justificaciones para tales iniciativas de contratación. Primero, la contratación en países con salarios bajos suele reducir el costo de manufactura. Si bien estas estrategias reducen dicho costo, algunas empresas no han considerado el impacto del costo total de la contratación internacional, sobre todo con respecto a los componentes de transporte e inventario del costo logístico. Segundo, la búsqueda de proveedores en países de bajo costo también aumenta el número de fuentes posibles y, por lo tanto, incrementa la presión competitiva sobre los proveedores locales. Tercero, la contratación en países de bajo costo aumenta la exposición de la empresa a las tecnologías más novedosas para los productos y los procesos. Sin la presión de los proveedores globales, los proveedores locales podrían rehusarse a investigar o invertir en tecnologías nuevas debido a que tienen bastantes activos relacionados con las tecnologías antiguas. Por el contrario, los proveedores globales pueden poner bastante atención en las nuevas tecnologías para establecer una posición competitiva en mercados extranjeros, incluso con los problemas analizados antes acerca de las cadenas de suministro extendidas. Una razón final para la contratación en países de bajo costo es establecer una presencia local para facilitar las ventas en el ámbito internacional. Por ejemplo, aunque la industria automotriz de Estados Unidos ha aumentado significativamente la contratación en países de bajo costo para reducir la inversión en componentes, también busca facilitar las ventas de automóviles en los países locales. Debido a restricciones legales o políticas, suele ser necesario que una empresa tenga relaciones y operaciones de producción locales para que le permitan vender su producto en el país local. La combinación de todo esto avala la contratación en un país de bajo costo, pero también es necesario considerar los desafíos.

Desafíos para la contratación en un país con costos bajos

Aunque es considerable la razón fundamental de la contratación de importaciones a bajo costo, también existe una larga lista de problemas y desafíos relacionados con tales estrategias. Estos problemas y desafíos se complican todavía más por el hecho de que los beneficios de costos relacionados con la contratación en un país de bajo costo se acumulan en diferentes unidades organizacionales. Adquisiciones o manufactura pueden recibir los beneficios por medio de materiales o componentes de menor costo. Muchos de los costos y los desafíos para embarcar y garantizar la entrega de los materiales son responsabilidad de la logística. Los beneficios y los costos deben integrarse a través de todo el proceso de la cadena de suministro para tomar la decisión de contratación correcta.

El primer desafío es identificar las fuentes capaces de producir los materiales en la calidad y la cantidad requeridas. Aunque cada día es más fácil alcanzar el objetivo de la calidad, sigue siendo un desafío asegurar que el proveedor potencial tenga la capacidad para cumplir las demandas de las fluctuaciones en el volumen y estacionales en un periodo conveniente.

El segundo desafío considera la protección de la propiedad intelectual de una empresa cuando los productos o componentes se fabrican y transportan. Los proveedores y los países relacionados necesitan tener restricciones legales vigentes para proteger los diseños de los productos y los secretos comerciales relacionados.

El tercer desafío tiene que ver con comprender los problemas del cumplimiento de la importación/exportación. Pueden existir regulaciones gubernamentales relacionadas con el volumen de una mercancía que se puede importar antes de que se impongan aranceles u otras restricciones. El porcentaje de materiales de origen extranjero también puede limitar la capacidad de una empresa para vender a clientes seleccionados. Los contratos gubernamentales pueden requerir un nivel específico de componentes fabricados de manera local. Por ejemplo, si el contrato requiere que el producto diga "Hecho en Estados Unidos", 95% del material debe ser de origen local.

El cuarto desafío se relaciona con la comunicación con los proveedores y las empresas de transporte. Aunque no es fácil la negociación de adquisiciones con los países de bajo costo, suele haber mayor dificultad en tratar con transportistas, agentes de flete y aduanas gubernamentales, como resultado de las diferencias en los horarios, los idiomas y la tecnología.

El quinto desafío es la necesidad de garantizar la protección del producto mientras está en tránsito. La protección de la cadena de suministro no sólo requiere que el producto esté seguro, el proceso también debe proteger los contenedores y vehículos tanto llenos como vacíos.

El sexto desafío se relaciona con el inventario y el riesgo de obsolescencia asociado con los tiempos de tránsito prolongados. Con estos últimos asociados con la contratación en un país de bajo costo, es frecuente que la empresa tenga de uno a dos meses en tránsito el suministro del producto, el cual debe contarse como activo e incorporar el costo de mantener el inventario relacionado. Los tiempos de desarrollo prolongados también aumentan la posibilidad de obsolescencia, porque los pedidos tienen tiempos de desarrollo más largos y suele haber poca flexibilidad para el cambio. Los tiempos de desarrollo prolongados también afectan la recuperación cuando surge un problema de calidad. Suele ocurrir que las empresas envíen por vía aérea componentes a proveedores en otro país para recuperarse de problemas de calidad inesperados o embarques retrasados.

El desafío final, el cual sintetiza los anteriores, se concentra en la necesidad de comprender la diferencia entre el precio por pieza y el costo total. Aunque el precio por pieza puede incluir la materia prima y la mano de obra directa e indirecta, la perspectiva del costo total necesita considerar otros elementos del costo, como el flete, el inventario, la obsolescencia, los aranceles, los impuestos, la recuperación y otras consideraciones del riesgo.

Lineamientos para la contratación

La decisión para contratar materiales y componentes de manera local o en un país de bajo costo es compleja. Aunque los costos directos e indirectos del producto representan un factor importante, muchos otros deben considerarse y ponderarse de manera adecuada. Los productos y componentes que tienen tiempos extendidos entre las preparaciones para su manufactura son ideales para la contratación en países de bajo costo. Un ejemplo de lo contrario sería el ciclo de vida para un componente electrónico, el cual suele ser bastante corto y la tendencia general es hacia una con-

TABLA 12.4
Lineamientos de la contratación

Criterios	Contratación local	Contratación en un país de bajo costo
Duración del ciclo de vida del producto	Breve	Prolongado
Variaciones en el tamaño, color o estilo del producto	Muchas	Pocas
Contenido de mano de obra	Bajo	Alto
Contenido de propiedad intelectual	Alto	Bajo
Costo de transporte	Alto	Bajo
Valor del producto	Alto	Bajo
Restricciones de protección o de importación	Altas	Bajas
Incertidumbre del transporte	Alta	Baja

tratación local. Los productos y los componentes que tienen numerosas variaciones también deben contratarse de manera local porque los tiempos de desarrollo extendidos asociados con la contratación en un país de bajo costo dificultan predecir la mezcla precisa de productos que se exigirá. Los productos o los componentes con un alto contenido de mano de obra deben aprovechar los bajos salarios de la mano de obra en los países de bajo costo. Aquellos con un alto contenido de propiedad intelectual deben contratarse en el lugar, porque los sistemas legales en muchos de los países de bajo costo no contemplan la protección adecuada del secreto comercial. La contratación local suele ser adecuada para los productos y componentes con un costo de transporte relativamente alto, como los que son voluminosos o se dañan fácilmente. Los productos o componentes con un valor relativamente bajos son ideales para la contratación en un país de bajo costo, porque no es significativo el costo de mantener un inventario mientras está en tránsito. Los productos y componentes que están limitados por la protección u otros tipos de restricciones de importación por un gobierno local, deben tender hacia la contratación local. Por ejemplo, puede haber retrasos en las aduanas al importar artículos electrónicos cuando el proveedor no tiene la confianza del gobierno importador debido a la posibilidad de importar contrabando. Por último, se sugiere la contratación local de los productos o componentes con un alto grado de incertidumbre en el transporte a causa de volúmenes relativamente bajos o la ubicación en carreteras comerciales con un servicio limitado.

No existe una respuesta sencilla acerca de cuáles productos o componentes deben contratarse de manera local, porque varios de los criterios son cualitativos. La tabla 12.4 presenta una lista de los criterios generales de la contratación. La determinación final depende del artículo específico y los conocimientos de la empresa. Conforme las empresas aumentan sus operaciones y esfuerzos de mercadotecnia globales, los administradores de la logística deben participar cada vez más para proporcionar una valoración realista de las implicaciones del costo total y el desempeño.

Resumen

Cuando una estrategia de cadena de suministro se vuelve internacional, encuentra complejidades nuevas. Éstas son el resultado de las distancias más grandes, las diferencias en la demanda, la diversidad cultural y la documentación compleja. No obstante, las empresas enfrentarán cada vez más la necesidad de ampliar las operaciones al mercado global. Las estrategias para lograr una participación en el mercado mundial en rápida expansión van desde la exportación/importación hasta la presencia local y una verdadera globalización. Sin tomar en cuenta el enfoque estratégico, el éxito dependerá en gran medida de la capacidad logística de la empresa.

La protección de la cadena de suministro ha evolucionado desde un asunto relativamente menor hasta una consideración importante después de los eventos del 11 de septiembre de 2001. Aunque la necesidad de proteger a los clientes y al público es evidente, la administración logística también debe interesarse en la protección de la marca y de la empresa. Las iniciativas del Departamento de Seguridad Interna de Estados Unidos para mejorar la protección de la cadena de suministro plantean demandas importantes sobre la administración logística para desarrollar y mantener relaciones confiables, identificar los posibles problemas de protección de la cadena de

suministro, aplicar la tecnología adecuada para mejorar la protección de la cadena y trabajar con los gobiernos locales e internacionales para definir iniciativas comunes de protección que aumenten la protección sin aumentar sustancialmente el costo. Sin embargo, este problema no es único de Estados Unidos; muchos otros países también se preocupan por la protección, de modo que es conveniente una solución coherente. Estas responsabilidades requieren que los administradores de la logística y de la cadena de suministro revisen todas las funciones de las otras organizaciones empresariales, entre ellas la seguridad, la calidad, los aspectos jurídicos y las relaciones públicas, y también con los representantes del sector público de otros países.

Las decisiones relacionadas con la contratación y la mercadotecnia globales requieren análisis de soluciones secundarias más complejos que los que suele requerir la logística local. Los factores cuantitativos y cualitativos son más complejos. Aunque los costos de transporte, inventario y almacenamiento son considerables para las operaciones globales, otros componentes del costo, como las tarifas, los aranceles, la documentación y las restricciones de importación también afectan mucho el costo total real. Sin embargo, además de las consideraciones cuantitativas, las operaciones internacionales incorporan otras variables que son mucho más difíciles de cuantificar. Muchas de ellas se relacionan directamente con las operaciones logísticas. Las consideraciones cualitativas principales son la administración de las relaciones, la coherencia de la infraestructura, la confiabilidad de la producción y el tránsito, y la protección. Con mayores operaciones de mercadotecnia y manufactura globales, los administradores de la logística necesitan participar más en el desarrollo y la implementación de estrategias globales.

Preguntas desafiantes

1. Compare y contraste las operaciones logísticas locales y globales.
2. Analice cómo debe evolucionar la administración de la logística para reflejar las diferentes necesidades para cada etapa del desarrollo internacional.
3. Analice las consideraciones operativas logísticas en un ambiente global.
4. Compare y contraste las funciones que necesitan desempeñar la administración de la logística, la administración de la cadena de suministro, la calidad de los productos, la protección corporativa, los proveedores de servicios logísticos y el gobierno para mejorar la protección de la cadena de suministro.
5. Describa la función que deben tener la administración de la logística y la cadena de suministro para cumplir con las iniciativas de protección C-TPAT, CSI, AMR y ACI.
6. Describa la función que puede desempeñar la tecnología de información para mejorar la protección de la cadena de suministro. Concentre el análisis en las tecnologías siguientes: RFID, seguimiento de embarques y sistemas de planificación de la cadena de suministro.
7. Analice la razón fundamental y los desafíos relacionados con la contratación en países de bajo costo.
8. Describa los factores que la administración de la logística debe considerar en el análisis del costo total para la contratación y la mercadotecnia globales.
9. Analice cómo las variaciones en los productos, las restricciones de protección y de importación, y la incertidumbre del transporte afectan las decisiones de contratación y de mercadotecnia globales.
10. Compare y contraste las operaciones de exportación/importación para tener presencia local.
¿Cuáles son las ramificaciones de cada etapa del desarrollo internacional?

Integración de la red

Red de instalaciones de la empresa

Espectro de decisiones de ubicación

Presencia local: un paradigma obsoleto

Requerimientos de un almacén

Impulsores de las adquisiciones

Impulsores de la fabricación

Impulsores de la atención al cliente

Justificación del almacén

Integración de costo total

Economía del transporte

Economía del inventario

Red de costo total

Formulación de la estrategia logística

Minimización del costo

Umbral de servicio

Análisis de sensibilidad del servicio

Estrategia de finalización

Resumen

En gran medida, los administradores enfrentan una tarea nueva y desafiante cuando les piden que participen en la reingeniería del sistema logístico. Debido a la rapidez del cambio en casi todas las facetas de las operaciones logísticas, los administradores deben esperar bastante discontinuidad cuando intentan utilizar la experiencia anterior para guiar la creación y la implementación de nuevas capacidades logísticas. Por lo tanto, el éxito o el fracaso dependen de qué tan bien cuantifica el equipo de planificación las fuerzas que intervienen y racionaliza un plan de acción lógico y verosímil. Comprender de manera detallada los elementos teóricos que sirven como base de la integración logística representa un paso importante hacia el desarrollo de una estrategia integrada.

En los capítulos anteriores, la esencia de la estrategia logística se definió como lograr las operaciones con el costo total más bajo, al mismo tiempo que conservar la flexibilidad. Esta última es la clave para proporcionar al cliente una atención básica de alto nivel y conservar la capacidad operativa suficiente para cumplir y superar las expectativas de los clientes importantes. Para aprovechar la flexibilidad, una empresa necesita lograr un alto nivel de integración del proceso logístico. La integración se requiere en dos niveles operativos. Primero, es necesario integrar las áreas operativas de la logística a través de una red de instalaciones de almacenes que apoyen los requerimientos de atención al cliente, manufactura y adquisición. Dicha integración de red es esencial si una empresa utiliza su capacidad logística para obtener una ventaja competitiva. Segundo, la integración debe extenderse más allá de una sola empresa al apoyar las relaciones a través de la cadena

de suministro. Este capítulo presenta un sistema para ayudar a los administradores en la consecución de dicha integración.¹

Red de instalaciones de la empresa

Antes de que estuviera disponible un transporte de superficie confiable de bajo costo, casi todo el comercio mundial se basaba en el desplazamiento de los productos y materias primas por vía acuática. Durante este periodo inicial, la actividad comercial se concentraba alrededor de las ciudades portuarias. El transporte de artículos tierra adentro era costoso y lento. Por ejemplo, el tiempo de desarrollo para hacer un pedido de prendas de diseñador a través del territorio de Estados Unidos podía ser de más de nueve meses. Aunque existía una demanda de transporte rápido y eficiente, hasta la invención de la locomotora de vapor, en 1829, comenzó la revolución tecnológica del transporte en ese país. En la actualidad, el sistema de transporte en Estados Unidos es una red muy desarrollada de servicios de ferrocarril, acuáticos, aéreos, carreteras y conductos. Cada alternativa de transporte proporciona un tipo de servicio distinto para utilizarlo dentro de un sistema logístico. Esta disponibilidad de transporte económico crea la oportunidad para establecer una red de almacenes competitivamente superior para atender a los clientes.

La importancia del análisis de ubicación de instalaciones ha sido reconocida desde mediados del siglo xix, cuando el economista alemán Joachim von Thünen escribió *El estado aislado*.² Para von Thünen el principal determinante del desarrollo económico era el precio del terreno y el costo para transportar los productos de la granja al mercado. Consideraba que el valor del terreno se relacionaba directamente con el costo de transporte y la capacidad de un producto para dirigir y adecuar el precio con el fin de cubrir todo el costo y producir una operación rentable. El principio básico de von Thünen era que el valor de la producción específica en el lugar de cultivo disminuye con la distancia del mercado de venta principal.

Después de von Thünen, Alfred Weber generalizó la teoría de la ubicación a partir de una sociedad agrícola a una industrial.³ El sistema teórico de Weber consistía en numerosos lugares de consumo diseminados sobre un área geográfica y vinculados mediante costos de transporte lineales. Weber desarrolló un esquema para clasificar las materias primas principales como **ubicuas o localizadas**. Las materias primas ubicuas eran las que estaban disponibles en todos los lugares y las localizadas consistían en depósitos minerales que sólo se encontraban en áreas seleccionadas. Con base en su análisis, Weber desarrolló un **índice de materias primas**. Este índice era la proporción de las materias primas localizadas entre la ponderación total del producto terminado. A diversos tipos de industrias se les asignó una **ponderación de localización** basada en el índice de materias primas. Con estas dos medidas, Weber generalizó que las industrias ubicarían las instalaciones en el punto de consumo cuando aumentara la ponderación del proceso de manufactura y cerca del punto de materias primas cuando disminuyera la ponderación del proceso de manufactura. Por último, si la ponderación del proceso de manufactura no aumentaba ni disminuía, las empresas podrían ubicar las instalaciones en puntos intermedios.

Varios teóricos de las ubicaciones siguieron a von Thünen y Weber. Las contribuciones más notables hacia una teoría general de la ubicación fueron desarrolladas por August Lösch, Edgar

¹Se advierte al lector que este capítulo enfatiza las bases teóricas que determinan el diseño de un sistema logístico. El material ofrece un marco para guiar el análisis de soluciones secundarias. Aunque los análisis teóricos tienden a ser abstractos, los principios presentados coinciden con la lógica del medio competitivo o cultural dentro del cual se realiza la reingeniería logística.

²Joachim von Thünen, *The Isolated State*, Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Hamburgo, 1862.

³Alfred Weber, *Theory of the Location of Industries*, traducido por Carl J. Friedrich (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1928).

Hoover, Melvin Greenhut, Walter Isard y Michael Webber.⁴ En sus escritos, los cinco autores resaltaban la importancia de la especialización geográfica en la ubicación industrial, incluyendo una cuantificación de la importancia del transporte.

Espectro de decisiones de ubicación

En términos de planificación de la logística, el transporte ofrece la posibilidad de vincular en un sistema integrado los lugares de manufactura, almacenamiento y mercado geográficamente dispersos. Las instalaciones del sistema logístico son todas las ubicaciones en las cuales se manejan o guardan materias primas, trabajo en proceso o inventario terminado. Por lo tanto, todas las tiendas minoristas, los almacenes de artículos terminados, la instalación de manufactura y las instalaciones de almacenamiento representan ubicaciones en la red logística. Se entiende que la selección de las ubicaciones individuales, al igual que la red de ubicaciones combinadas, representan decisiones importantes de una logística competitiva y relacionada con los costos.

La ubicación de una instalación de manufactura puede requerir varios años para una implementación completa. Por ejemplo, la decisión de General Motors de construir una nueva instalación de ensamblado de Cadillacs en Lansing, Michigan, abarcó más de cinco años desde su conceptualización hasta su instalación. En contraste, algunas disposiciones de almacenes son lo bastante flexibles como para utilizarse sólo durante períodos específicos. La elección de las ubicaciones para menudeo es una decisión especializada que se ve afectada por condiciones de mercadotecnia y de competitividad. El análisis siguiente se concentra en la selección de ubicaciones para almacenes. Entre todas las decisiones que enfrentan los administradores de la logística, las que se revisan más a menudo se relacionan con las redes de almacenamiento.

Presencia local: un paradigma obsoleto

Una idea muy arraigada en los negocios es que una empresa debe tener instalaciones en los mercados locales para tener un desempeño exitoso. Durante el desarrollo económico de Estados Unidos, un servicio de transporte errático creaba serias dudas acerca de la capacidad de una empresa para prometer entregas oportunas y regulares. En resumen, los clientes sentían que a menos que un proveedor mantuviera el inventario dentro del área local del mercado sería difícil, si no imposible, proporcionar entregas regulares. Esta percepción, conocida como el **paradigma de la presencia local**, era el resultado de estrategias logísticas comprometidas con un despliegue anticipado del inventario. Hasta en fechas tan recientes como principios de 1980, era común que los fabricantes operaran 20 o más almacenes para atender el territorio estadounidense. Algunas empresas llegaban a tener almacenes con un inventario de línea completa ubicados cerca de todos los mercados principales.

Cuando una tradición como el almacenamiento local es parte de una estrategia exitosa, es difícil de cambiar. Sin embargo, durante las décadas anteriores el costo y el riesgo asociados con mantener una presencia local han requerido un examen adicional. Los servicios de transporte han crecido de manera notable y la confiabilidad ha aumentado hasta el punto en que los tiempos de llegada de un embarque son confiables y previsibles. Los rápidos avances en la tecnología de la información han reducido el tiempo necesario para identificar y comunicar los requerimientos de los clientes. Existe tecnología para dar seguimiento a los vehículos, lo cual proporciona información precisa de la entrega. La entrega al día siguiente desde una instalación de almacenamiento ubicada a 1 300 o 1 600 kilómetros es una práctica común.

Las economías en el transporte, las tecnologías de información y el inventario favorecen la utilización de una menor cantidad de almacenes para atender a los clientes dentro de un área geo-

⁴August Lösch, *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft*, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1940; Edgar M. Hoover, *The Location of Economic Activity*, Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1938; Melvin L. Greenhut, *Plant Location in Theory and Practice* (Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press, 1956); Walter Isard y otros, *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*, Nueva York: John Wiley & Sons, Inc. 1960); Walter Isard, *Location and Space Economy*, Cambridge, MA: The MIT Press, 1968); y Michael J. Webber, *Impact of Uncertainty on Location*, Cambridge, MA: The MIT Press, 1972.

gráfica. En muchas situaciones, las percepciones de los clientes acerca de la presencia local siguen afectando la centralización del inventario. La respuesta a la pregunta “¿cuánta presencia local es conveniente?” se comprende mejor al examinar con atención las relaciones que dirigen el diseño de un sistema logístico.

Requerimientos de un almacén

En un sistema logístico se establecen almacenes para reducir el costo total o para mejorar el servicio al cliente. En algunas situaciones se pueden lograr al mismo tiempo los beneficios de una reducción del costo y un mejor servicio.

Los almacenes crean un valor para los procesos que apoyan. La fabricación requiere los almacenes para guardar, clasificar y secuenciar materiales y componentes. Las instalaciones utilizadas para los materiales o los componentes que ingresan se denominan **almacenes orientados al suministro**. Los almacenes también se utilizan para guardar, secuenciar y combinar el inventario para un embarque consolidado hacia los clientes en el siguiente destino de la cadena de suministro. Los almacenes que se utilizan para apoyar la atención al cliente se conocen como **almacenes orientados a la demanda**. Los requerimientos de un almacén de este tipo se relacionan con las estrategias de manufactura y mercadotecnia.

Debido a los requerimientos de manejo especializado de materiales y de procesamiento del inventario, los almacenes suelen especializarse en realizar servicios que se orientan al suministro o la demanda. Los almacenes comprometidos con apoyar la manufactura se suelen ubicar cerca de las fábricas que apoyan; en contraste, aquéllos dedicados a la atención al cliente se ubican estratégicamente por toda el área de mercado atendida.

Las combinaciones de las tecnologías de la información, cumplimiento de las adquisiciones electrónicas y las estrategias empresariales basadas en las respuestas se han combinado para alterar de manera radical el modo y la razón por la que se utilizan los almacenes. La justificación económica y las funciones deseadas de un almacén son muy diferentes para las instalaciones dedicadas a la adquisición, la fabricación o la atención al cliente.

Impulsores de las adquisiciones

Los impulsores de las adquisiciones, analizados en el capítulo 4, se centran en utilizar los almacenes para ayudar a comprar materiales y componentes con el costo total más bajo. Los sofisticados ejecutivos de compras desde hace mucho han comprendido que se requiere una combinación de precio de compra, descuento por cantidades, términos de pago y apoyo logístico para lograr el costo con entrega más bajo. En un esfuerzo por desarrollar y apoyar las relaciones de trabajo dedicadas y personalizadas, casi todas las empresas han reducido su cantidad general de proveedores. La lógica es desarrollar un número limitado de relaciones con los proveedores que se pueden integrar en la operación de la cadena de suministro de una empresa. Las metas de las compras relacionales son eliminar los desperdicios, la duplicación y la redundancia no planificada.

En un esfuerzo por mejorar la eficiencia operativa general, las consideraciones del ciclo de vida se han vuelto prominentes en las decisiones de compras. Esta dinámica relacional de trabajar con proveedores limitados se basa en una filosofía de la cuna a la tumba, que abarca desde el desarrollo de un producto nuevo hasta la recuperación y eliminación de las materias primas no utilizadas o el inventario no vendido. Dicho enfoque de **ciclo cerrado** es el resultado de prácticas de compra que afectan directamente los requerimientos y las funciones del almacenamiento que enfrenta el suministro. Los servicios de valor agregado relacionados con la adquisición cada día se separan más del precio de compra. Dicha separación facilita la absorción de funciones y la delimitación entre los fabricantes y sus proveedores. También existe una tendencia hacia más estrategias empresariales basadas en respuestas, lo cual redefine las expectativas relacionadas con el apoyo del proveedor y la participación en el proceso de valor agregado. El resultado son nuevas relaciones estructurales, como los proveedores de primer nivel y los facilitadores principales. Por último, la temporalidad de mercancías seleccionadas, las oportunidades para comprar a precios reducidos y la necesidad de atender con rapidez las oleadas en la manufactura, todavía hacen del almacenamiento seleccionado de materiales una sólida decisión empresarial.

Como resultado de estas tendencias, sigue cambiando la función de los almacenes orientados al suministro. Antes, los almacenes se utilizaban para acumular materias primas y piezas componentes. En la actualidad, tales instalaciones ponen un mayor énfasis en la clasificación y la secuenciación de materiales y componentes mientras fluyen hacia la fabricación. La meta es optimizar el flujo de materiales y componentes al eliminar el manejo y el almacenamiento duplicados de inventarios idénticos en varios lugares por toda la red de suministro de materiales.

Impulsores de la fabricación

Los almacenes que apoyan la fabricación sirven para consolidar los productos terminados para embarcar hacia el cliente. La capacidad para consolidar productos diversos contrasta con el embarque de productos individuales. Una ventaja principal de un almacén de manufactura que enfrenta la demanda es la capacidad para proporcionar a los clientes un surtido de la línea completa de productos en una sola factura, con una tarifa de carga completa. De hecho, la capacidad de un fabricante para proporcionar dicha consolidación puede ser la razón principal para elegirlo como proveedor preferido.

Ejemplos destacados de almacenes que se orientan a la demanda son las redes que emplean empresas como General Mills, Johnson & Johnson, Kraft y Kimberly-Clark. En Johnson & Johnson, utilizan los almacenes para apoyar a los sectores empresariales de hospitales y de clientes al funcionar como consolidadores del inventario para diversas unidades empresariales. Como resultado, los clientes pueden comprar surtidos completos de productos en diferentes unidades empresariales en una sola factura para el embarque de un pedido. Kimberly-Clark elabora una amplia variedad de productos individuales en líneas de manufactura específicas en instalaciones especializadas. Productos como Kleenex®, Scott Tissue® y los pañales desechables Huggies® se fabrican en un volumen de economía de escala y después se posicionan de manera temporal en almacenes que se orientan a la demanda. Las cargas completas específicas para un cliente con productos surtidos se ensamblan en el almacén. En la división Nabisco de Kraft, los almacenes de las sucursales están junto a las pastelerías individuales. En cada sucursal se conservan inventarios de todos los productos principales para facilitar los embarques de un servicio completo hacia los clientes.

El determinante principal del almacenamiento requerido para apoyar la manufactura es la estrategia de producción específica que se implementa. En el capítulo 4 se analizaron tres estrategias básicas de manufactura — manufactura según planificación (make to plan, MTP), manufactura sobre pedido (make to order, MTO) y de montaje a pedido (assemble to order, ATO). El grado del almacenamiento que se orienta a la demanda se puede vincular directamente con los requerimientos de apoyo de cada estrategia de manufactura. En un sentido general, las estrategias de manufactura MTO requieren el apoyo de almacenamiento orientado al suministro, pero poco, si acaso, almacenamiento orientado a la demanda. Por el contrario, las estrategias de manufactura MTP, las cuales concentran los recursos para lograr la máxima economía de escala en la manufactura, requieren bastante capacidad de almacenamiento orientado a la demanda.

Impulsores de la atención al cliente

Los almacenes para atención al cliente crean un valor al proporcionar surtidos personalizados del inventario para los mayoristas y minoristas. Un almacén ubicado cerca de los clientes busca minimizar el costo del transporte que ingresa al maximizar la consolidación y el tamaño de la carga de las instalaciones de manufactura, seguido por un movimiento relativamente corto hacia los clientes. El tamaño de un área del mercado atendida por un almacén de apoyo depende del número de proveedores, la velocidad de servicio requerida, el tamaño del pedido promedio y el costo por unidad de la entrega local. La instalación de almacenamiento existe para proporcionar a los clientes el surtido del inventario y el abastecimiento. Un almacén se justifica si ofrece un modo de lograr un servicio competitivo o una ventaja en el costo.

Reabasto rápido

Los almacenes para atención al cliente siempre han proporcionado surtidos de productos de diversos fabricantes y diferentes proveedores para minoristas. Una tienda minorista no suele tener la

demandas suficientes para pedir un inventario en cantidades grandes directamente de los mayoristas o fabricantes. Un pedido de reabasto normal para menudeo se realiza con un mayorista que vende productos de fabricantes diversos o diferentes.

Los almacenes para atención al cliente son comunes en las industrias de alimentos y de mercancías masivas. El almacén de alimentos moderno suele ubicarse cerca de las tiendas minoristas que atiende. Debido a la cercanía geográfica, desde este almacén central se reabastecen rápidamente los inventarios de los minoristas con surtidos consolidados de productos. Las tiendas minoristas grandes pueden recibir a diario varias cargas completas del almacén. La ubicación del almacén dentro del mercado atendido se justifica como el medio de costo más bajo para reabastecer con rapidez a un cliente final o a un minorista con un surtido del inventario.

ATO basada en el mercado

El diseño de una red de almacenes para atención al cliente se relaciona directamente con una estrategia de despliegue del inventario. El establecimiento de un almacén es resultado del despliegue del inventario como previsión para una demanda futura. Esta suposición significa que la empresa de manufactura que utiliza dicha red de distribución depende en cierta medida de predecir los requerimientos del inventario, para compensar el tiempo de respuesta con el cual cumplir los requerimientos del cliente. El análisis anterior indica que los inventarios desplegados con anticipación después de la manufactura son comunes en situaciones donde las empresas fabrican según lo planeado o cuando se orientan a un esquema del montaje al pedido (ATO) descentralizado. En estas situaciones, se conservan en el inventario del almacén componentes comunes o no diferenciados, como previsión de cuando se realiza una manufactura o un ensamblado personalizados en el almacén después de recibir los pedidos de los clientes.

Una creciente cantidad de operaciones ATO se realizan en almacenes ubicados cerca de los clientes, en contraste con los lugares de manufactura centralizados. El ensamble cerca de los mercados principales permite los beneficios del aplazamiento, al mismo tiempo que evita el costo y el tiempo elevados que se relacionan con un embarque directo a larga distancia.

Justificación del almacén

Los almacenes se justifican en un sistema logístico cuando se produce una ventaja de servicio o de costo a partir de su posicionamiento entre los proveedores, los fabricantes y los clientes. Una ventaja competitiva por establecer una red de almacenes puede generar un costo total más bajo o una entrega más rápida. Desde el punto de vista de las economías de transporte, la ventaja de costo se produce por utilizar el almacén para lograr una consolidación del flete. Sin embargo, una consolidación del flete suele requerir un inventario para apoyar el ensamblado de pedidos personalizados. O bien, la consolidación o el surtido se consiguen al establecer instalaciones de flujo continuo o clasificación para recepción-entrega inmediata que operan sin inventarios predeterminados. Tal movimiento continuo convierte de inmediato las instalaciones para almacenamiento del inventario en instalaciones mixtas. Por supuesto, algunas situaciones empresariales justifican una combinación de operaciones de almacenamiento del inventario y flujo continuo o recepción-entrega inmediata para atender a los clientes de manera eficaz y económica. Desde la perspectiva de la administración integrada, las preguntas importantes en el diseño del sistema logístico son: ¿cuántos almacenes y de qué tipo debe establecer una empresa? ¿Dónde deben ubicarse? ¿Cuáles servicios deben ofrecer? ¿Cuáles inventarios deben conservar? ¿Cuáles clientes deben atender? Esta secuencia de preguntas relacionadas entre sí representa el desafío clásico del diseño de una red logística. Para las empresas de manufactura, el diseño de la red comienza con una estrategia de mercadotecnia y continúa con la planificación de la manufactura y las adquisiciones. En las empresas minoristas y mayoristas, el sistema abarca desde las estrategias de compras hasta la atención al cliente.

Integración de costo total

Las fuerzas económicas como el transporte y el inventario deben determinar la red inicial de las instalaciones para almacenamiento de una empresa. El análisis siguiente identifica de manera individual las soluciones intermedias de costo relacionadas con el transporte y el inventario, así como su integración, para identificar la red de instalaciones con el costo total más bajo.

Economías del transporte

La clave para lograr un transporte económico se resume en dos principios básicos. El primero, llamado **principio de la cantidad**, es que los embarques individuales deben ser tan grandes como el transportista pueda legalmente realizar en el equipo que se utiliza. La segunda, conocida como **principio de disminución**, es que los embarques grandes deben transportarse por las distancias más grandes posibles. Estos dos principios se desarrollaron con detalle en el capítulo 8. Juntos sirven para distribuir los costos fijos relacionados con el transporte entre la mayor cantidad posible de peso y distancia.

Justificación de un almacén basada en el costo

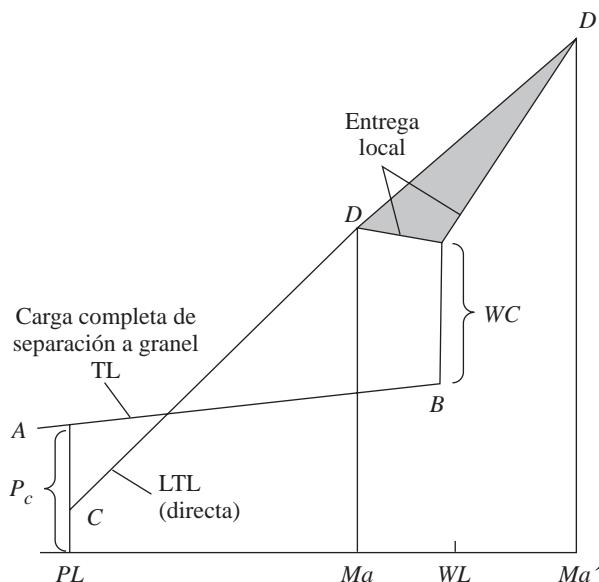
El principio económico básico que justifica el establecimiento de un almacén es la consolidación del transporte. Los fabricantes suelen vender productos en un área amplia de mercado. Si los pedidos de los clientes tienden a ser pequeños, los ahorros posibles en el costo del transporte consolidado proporcionan la justificación económica para establecer un almacén.

Por ejemplo, suponga que el tamaño promedio del embarque de un fabricante es de 500 libras y la tarifa del flete aplicable al cliente es 7.28 dólares por quintal. Cada embarque directo desde el lugar de manufactura al mercado tendría un costo de transporte de 36.40 dólares. Las tarifas de transporte por cantidad o volumen para los embarques de 20 000 libras o mayores es 2.40 dólares por quintal. Por último, la entrega local dentro del área del mercado cuesta 1.35 dólares por quintal. Bajo estas condiciones, los productos embarcados al mercado mediante tarifas por cantidad y distribución local costarían 3.75 dólares por quintal, o 18.75 dólares por embarque de 500 libras. Si se estableciera un almacén que conservara inventario y funcionara para un costo total menor de 17.65 dólares por embarque de 500 libras (36.40 dólares – 18.75 dólares), o 3.53 dólares por quintal, al utilizar el almacén se reduciría el costo general de distribución para el mercado. Dadas estas relaciones económicas, el establecimiento de un almacén ofrece la posibilidad de reducir el costo logístico total.

La figura 13.1 ilustra el principio económico básico de la justificación del almacén. *PL* se identifica como el lugar de manufactura y *WL* es el lugar de almacenamiento dentro de un área del mercado específica. La línea vertical en el punto *PL*, llamada *P*, refleja el costo de manejo y de embarque asociado con la preparación de un embarque LTL de 500 libras (*C*) y un embarque de carga completa de 20 000 libras (*A*). La pendiente de la línea *AB* refleja la tarifa del flete de carga completa desde la instalación a *WL*, el almacén, el cual para este ejemplo se supone como una distancia lineal. La línea vertical denominada *WC* en el punto *WL* representa el costo de operar el almacén y conservar el inventario. La línea *D* refleja el costo de la entrega desde el almacén hasta los clientes dentro del área del mercado *Ma* a *Ma'*. La pendiente de la línea *CD* refleja la tarifa de LTL desde la instalación a los clientes ubicados entre la instalación y el límite *Ma*. El área sombreada representa los lugares en los cuales el costo total de un embarque de 500 libras para el cliente mediante un almacén de consolidación sería más bajo que el embarque directo desde la instalación de manufactura.

Desde una perspectiva sólo de costo, no existen diferencias si los clientes ubicados exactamente en los puntos *Ma* y *Ma'* fueran atendidos desde la instalación de manufactura o el almacén.

FIGURA 13.1
Justificación económica de una instalación de almacenamiento basada en el costo del transporte



Minimización del costo de transporte de la red

Como regla general, se agregarían almacenes a la red en las situaciones donde:

$$\sum \frac{P_{\bar{v}} + T_{\bar{v}}}{N_{\bar{x}}} + W_{\bar{x}} + L_{\bar{x}} \leq \sum P_{\bar{x}} + T_{\bar{x}},$$

en donde

$P_{\bar{v}}$ = el costo de procesamiento del embarque por volumen;

$T_{\bar{v}}$ = el costo de transporte del embarque por volumen;

$W_{\bar{x}}$ = el costo de almacenamiento del embarque promedio;

$L_{\bar{x}}$ = la entrega local del embarque promedio;

$N_{\bar{x}}$ = el número de embarques promedio por embarque por volumen;

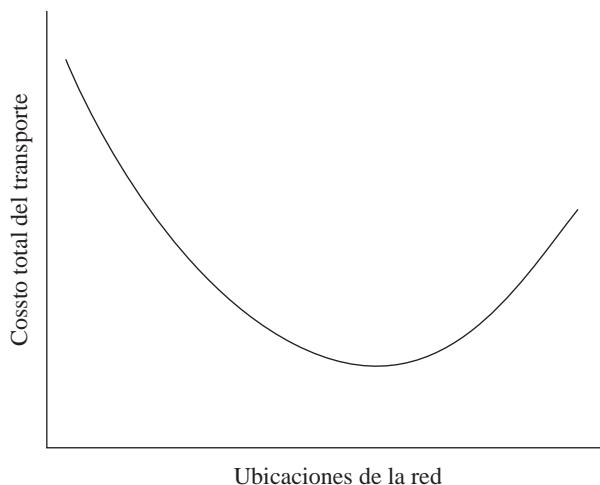
$P_{\bar{x}}$ = el costo de procesamiento del embarque promedio; y

$T_{\bar{x}}$ = el costo directo del flete del embarque promedio.

El único límite para esta generalización es que haya suficiente volumen para embarque disponible para cubrir el costo fijo de cada instalación de almacenamiento. Siempre y cuando el costo combinado del almacenamiento y la entrega local sea igual o menor que el costo combinado del embarque directo a los clientes, se justifica económicamente el establecimiento y la operación de instalaciones de almacenamiento adicionales.

La relación generalizada del costo del transporte y el número de almacenes en una red se ilustra en la figura 13.2. Al principio, el costo total del transporte disminuye cuando se agregan almacenes a la red logística. En las operaciones reales, la ubicación para consolidación puede ser un almacén o una instalación de recepción-entrega inmediata que ofrece separación a granel para el transporte. No es necesario conservar existencias en un almacén para lograr el costo de transporte más bajo. La reducción en el costo del transporte es el resultado de los embarques por volumen consolidados en el lugar de separación a granel, acoplados con embarques pequeños al destino final. El costo de embarcar los pedidos pequeños directo desde la manufactura hacia los clientes está en el extremo superior izquierdo de la curva de costo ilustrada en la figura 13.2. En el punto más bajo cerca de la mitad de la curva del costo de transporte se identifica el número de instalaciones requeridas para lograr la máxima consolidación del flete; el costo del transporte se minimiza en el punto de máxima consolidación de éste.

FIGURA 13.2
Costo de transporte como una función del número de ubicaciones de almacenes



Si las instalaciones aumentan más allá del punto de consolidación máxima se incrementará el costo total del transporte, debido a que disminuye el volumen que se puede consolidar en cada instalación. La mayor frecuencia de embarques más pequeños que ingresan a la instalación produce un costo más alto por quintal para esos embarques. En otras palabras, conforme disminuye la frecuencia de los embarques pequeños que ingresan, aumenta el costo total del transporte.

Economías del inventario

El nivel del inventario en un sistema logístico depende directamente del número de ubicaciones para las existencias. El marco para planificar el despliegue del inventario es el ciclo de desempeño. Aunque el transporte es un elemento del ciclo de desempeño que proporciona una delimitación espacial, el impulsor importante de las economías del inventario es el tiempo. El despliegue anticipado del inventario en un sistema logístico puede mejorar el tiempo de respuesta del servicio. Tal despliegue también aumenta el inventario general del sistema, lo cual produce un costo y un riesgo mayores.

Justificación de un almacén basada en el servicio

El inventario relacionado con una red de almacenes consiste en **existencias básicas, en tránsito y de seguridad**. Para la red logística total, el compromiso promedio del inventario es:

$$\bar{I} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_s}{2} + SS_i + IT$$

en donde

\bar{I} = el inventario promedio en la red total;

n = el número de ciclos de desempeño en la red;

Q_s = la cantidad de pedidos para un ciclo de desempeño específico, identificado mediante el subíndice adecuado;

SS_i = las existencias de seguridad para un ciclo de desempeño específico, identificado mediante el subíndice adecuado; y

IT = el inventario en tránsito.

Cuando se agregan almacenes a un sistema logístico, aumenta el número de ciclos de desempeño. Esta complejidad adicional afecta directamente la cantidad de inventario requerida a través de la red.

El impacto en las existencias básicas al agregar almacenes no es significativo. El nivel de éstas dentro de un sistema logístico es determinado por los tamaños de los lotes de manufactura y transporte, los cuales no cambian como una función del número de almacenes que enfrenta el mercado. La combinación del costo de mantenimiento y de realizar pedidos, ajustada para tomar

en consideración las tarifas del transporte por volumen y los descuentos de las compras, determinan la cantidad de pedido adecuado (EOQ) de reabasto y las existencias básicas resultantes. En las situaciones de adquisición justo a tiempo, las existencias básicas se determinan mediante la cantidad del pedido requerida para apoyar el tiraje de manufactura o de ensamblado planificado. En cualquier situación, la determinación de las existencias básicas es independiente del número de almacenes que enfrentan el mercado en el sistema logístico.

Las existencias en tránsito son el inventario cautivo en los vehículos de transporte. Mientras está en tránsito, este inventario está **disponible para comprometer**, pero no se puede acceder físicamente. Disponible para comprometer significa que se puede comprometer para los clientes mediante la utilización de una capacidad de reservación o hipoteca del inventario en el sistema de administración de pedidos. Cuando se agregan más ciclos de desempeño a una red logística, el impacto previsto es que los ciclos existentes experimenten una reducción en el inventario en tránsito, la cual ocurre porque se reducen los días de tránsito de la red total y la incertidumbre relacionada. Por ejemplo, suponga que se vende un solo producto en los mercados A y B y en este momento se suministra desde el almacén X, como se observa en la figura 13.3. Suponga que las ventas promedio diario previstas son de seis unidades para el mercado A y de siete para el mercado B. La duración del ciclo de desempeño es de seis días para el mercado A y de 10 días para el mercado B.

Mientras las otras cosas se mantienen constantes, ¿qué ocurrirá al inventario en tránsito si se agrega un segundo almacén, como en la figura 13.4? La tabla 13.1 presenta un resumen de los

FIGURA 13.3
Una red logística:
dos mercados, un
almacén

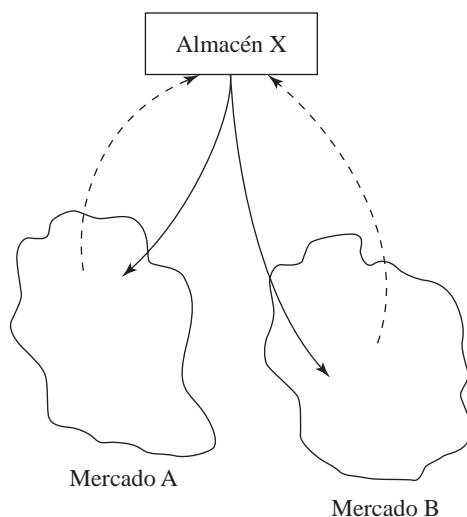


FIGURA 13.4
Una red logística:
dos mercados, dos alma-
cenes

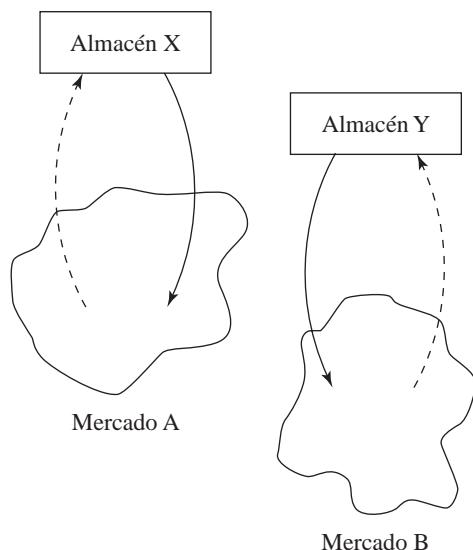


TABLA 13.1 Inventario en tránsito bajo diferentes redes logísticas

Ventas diarias promedio pronosticadas	Área del mercado	Sólo almacén X	Dos instalaciones de almacenamiento		
			Almacén X	Almacén Y	Combinados
6	A	36	36	—	36
7	B	70	—	28	28
	$\Sigma A + B$	106			64
	\bar{I}_a	18			18
	\bar{I}_b	35			14
	ΣI	53			32

TABLA 13.2

Estructura lógica:
un almacén, cuatro
instalaciones

Almacén X				
Instalación de manufactura	Duración del ciclo de desempeño	Ventas promedio predichas pronosticadas	Inventario en tránsito	\bar{I}
A	10	35	350	175
B	15	200	3 000	1 500
C	12	60	720	360
D	20	80	1 600	800
	57	375	5 670	2 835

resultados. El cambio principal es que el ciclo de desempeño para el mercado B se redujo de 10 a cuatro días. Por lo tanto, el segundo almacén redujo el inventario en tránsito promedio para la red de 53 a 32 unidades. Debe observarse que el segundo almacén no creó ciclos de desempeño adicionales en el lado de atención al cliente del flujo de la logística. Sin embargo, en el lado de ingresos al almacén, cada producto conservado en el almacén nuevo requiere una fuente de reabasto. Si suponemos una línea completa de producto en cada almacén, el número de ciclos de desempeño requeridos para reabastecer la red aumentará cada vez que se agregue un almacén nuevo.

A pesar de la mayor necesidad de reabasto del inventario, el inventario en tránsito promedio para la red total disminuyó cuando se agregaron almacenes nuevos debido a la reducción en días requerida para atender a los clientes. Suponga que el almacén X recibe el suministro de cuatro instalaciones de manufactura cuyos ciclos de desempeño individuales y utilización promedio predicha se presentan en la tabla 13.2.

Para comparar, suponga un valor unitario de 5 dólares para todos los productos del almacén. Al utilizar sólo el almacén X, el inventario en tránsito promedio sería de 2 885 unidades a 5 dólares cada una, o 14 175 dólares.

La tabla 13.3 ilustra la inclusión del almacén Y. El inventario en tránsito promedio en la red logística de dos almacenes disminuyó a 2 248 unidades o, a 5 dólares cada una, a 11 240 dólares. Por lo tanto, aunque se agregaron a la red logística cuatro ciclos de reabasto para la instalación nueva, el tiempo en tránsito promedio disminuyó debido a la reducción en los días totales de reabasto.

La adición de almacenes reducirá los días en tránsito totales y, por lo tanto, el inventario en tránsito. Este resultado variará de acuerdo con las particularidades de cada situación. Cada red de ubicaciones debe analizarse con atención para determinar el impacto del inventario en tránsito promedio. La clave para comprender la naturaleza general de la relación es recordar que los días en tránsito totales se reducen aunque aumente la cantidad de ciclos de desempeño requeridos. La calificación es que mientras un aumento en el número de ciclos de desempeño suele reducir los días en tránsito, también aumenta la incertidumbre del tiempo de desarrollo general. Cuando aumenta el número de ciclos de desempeño, también se incrementa la posibilidad de interrupciones que conduzcan a fallas posibles en el servicio. Este impacto potencial se atiende mediante existencias de seguridad.

TABLA 13.3
Estructura logística:
dos almacenes, cuatro
instalaciones

Instalación de manufactura	Duración del ciclo de desempeño	Ventas promedio predichas pronosticadas	Inventario en tránsito	\bar{I}
Almacén X				
A	10	20	200	100
B	15	100	1 500	750
C	12	35	420	210
D	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>600</u>	<u>300</u>
	57	185	2 720	1 360
Almacén Y				
A	5	15	75	38
B	8	100	800	400
C	6	25	150	75
D	<u>15</u>	<u>50</u>	<u>750</u>	<u>375</u>
	34	190	1 775	888
$\Sigma xy = 91$		$\Sigma xy = 375$	$\Sigma xy = 4 495$	$\Sigma \bar{xy} = 2 248$

Las existencias de seguridad se agregan a las existencias básicas y en tránsito para brindar protección contra la incertidumbre en el ciclo de ventas y de desempeño. Ambos aspectos de la incertidumbre se relacionan con el tiempo. La incertidumbre de las ventas se relaciona con la demanda del cliente que excede las ventas predichas durante el tiempo de reabasto, mientras que la del ciclo de desempeño tiene que ver con la variación en los días totales requeridos para reabastecer el inventario del almacén. Desde el punto de vista de las existencias de seguridad, el resultado esperado de agregar almacenes será un aumento en el inventario promedio del sistema. El propósito de las existencias de seguridad es proteger contra el agotamiento no planificado de las existencias durante el reabasto del inventario. Por lo tanto, **si aumentan las existencias de seguridad como una función de agregar almacenes, entonces también debe aumentar la incertidumbre general de la red.**

La adición de almacenes a la red logística afecta la incertidumbre de dos maneras. Primero, cuando se reducen los días del ciclo de desempeño, se reduce la variabilidad en las ventas durante el reabasto y la variabilidad del ciclo. Por lo tanto, reducir la duración del ciclo de desempeño alivia, en cierto grado, la necesidad de existencias de seguridad como protección contra la variabilidad.

Agregar ubicaciones también tiene un impacto significativo en el inventario promedio. Cada nuevo ciclo de desempeño agregado al sistema crea la necesidad de existencias de seguridad adicionales. La introducción de un almacén adicional para atender un área del mercado específica reduce el tamaño de la distribución estadística utilizada para determinar los requerimientos de existencias de seguridad para cada almacén. De hecho, disminuye el tamaño del área del mercado atendida por cualquier instalación específica sin una reducción correspondiente en la incertidumbre. Por ejemplo, cuando la demanda de varios mercados se combina al utilizar sólo un almacén, la variabilidad de la demanda se promedia entre los mercados. Esto permite compensar las oleadas de la demanda en un mercado mediante una demanda baja en las otras. En esencia, las existencias inactivas de un mercado se utilizan para satisfacer los requerimientos de existencias de los otros mercados.

Por ejemplo, la tabla 13.4 ofrece un resumen de las ventas mensuales en tres mercados de manera combinada y separada. Las ventas promedio para los tres mercados combinados son 22 unidades al mes, y la mayor variación por encima del promedio es en el mes seis, cuando las ventas llegaron a 29 unidades, o siete unidades arriba del promedio. Si la meta es proporcionar una protección de 100% contra el agotamiento de las existencias y las ventas totales de 29 unidades tienen la misma probabilidad de ocurrir en cualquier mes, se requeriría existencias de seguridad de siete unidades.

TABLA 13.4

Resumen de las ventas en un mercado combinado y tres mercados separados

Mes	Ventas combinadas, todos los mercados	Ventas unitarias por mercado		
		A	B	C
1	18	9	0	9
2	22	6	3	13
3	24	7	5	12
4	20	8	4	8
5	17	2	4	11
6	29	10	5	14
7	21	7	6	8
8	26	7	7	12
9	18	5	6	7
10	24	9	5	10
11	23	8	4	11
12	23	12	2	9
Ventas totales	265	90	51	124
Ventas mensuales promedio	21.1	7.5	4.3	10.3
Valor mayor que el promedio	7	4	3	4

Las ventas promedio para los mercados A, B, y C son 8, 4, y 10 unidades (redondeadas), respectivamente. La demanda máxima superior a la predicción ocurre en el mercado A, con 5 unidades en el mes 12; para el mercado B, son 3 unidades en el mes 8; y para el mercado C, son 4 unidades en el mes 6. El total de estos tres meses singulares es 11 unidades. Si se planifican existencias de seguridad para cada mercado por separado, se requerirían 11 unidades de existencias de seguridad para la red total, mientras sólo se necesitarían 7 unidades de existencias de seguridad para atender todos los mercados desde un solo almacén. Se requiere un aumento de 4 unidades en las existencias de seguridad totales para proporcionar la misma disponibilidad del inventario que cuando se emplean tres almacenes.

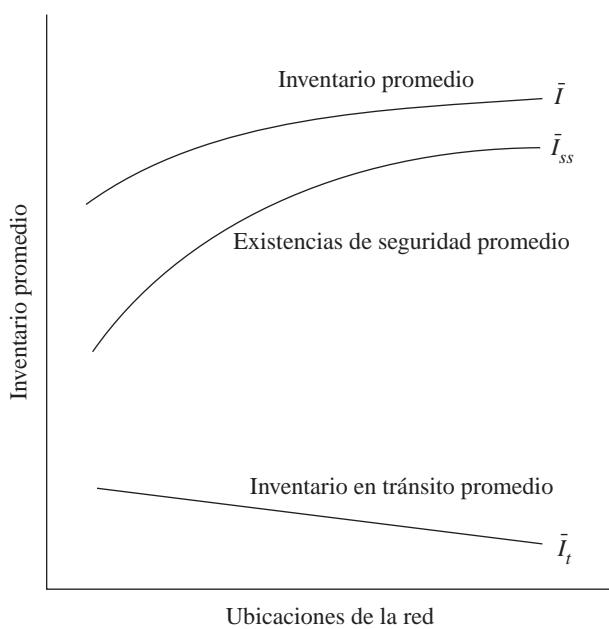
Este ejemplo simplificado ilustra el impacto general de las existencias de seguridad al agregar almacenes a una red logística. El punto importante para comprender es que aumentar las existencias de seguridad impide reducir la incertidumbre a través de las áreas del mercado. En consecuencia, se requiere existencias de seguridad únicas para atender la variación de la demanda local.

Minimización del costo del inventario de la red

El impacto general en el inventario promedio de aumentar el número de almacenes en una red logística se generaliza en la figura 13.5. Se supone que una reducción en el inventario en tránsito promedio se ilustra mediante la línea \bar{I}_t . La suposición es que existe una relación lineal entre el inventario en tránsito promedio y el número de almacenes en la red. Como se observó antes en esta sección, tal relación puede no ser lineal, dependiendo de las características del sistema específico bajo consideración. Sin embargo, la tendencia general es hacia una reducción lineal cuando aumentan los ciclos de desempeño.

La curva denominada \bar{I}_{ss} (existencias de seguridad promedio) aumenta cuando se agregan almacenes a la red. El inventario aumenta en una tasa decreciente, dado que declina el aumento neto requerido para cada instalación nueva. Las existencias de seguridad crecientes son la suma del inventario agregado para atender la incertidumbre de la demanda, menos la reducción del inventario requerida para atender la incertidumbre del menor tiempo de desarrollo. Por lo tanto, disminuye el inventario creciente requerido para mantener el desempeño del servicio al cliente para cada nueva ubicación de almacén agregado al sistema. La curva del inventario promedio, \bar{I} , representa el impacto combinado de las existencias de seguridad y el inventario en tránsito. La observación importante es que las existencias de seguridad dominan el impacto de este tipo de inventario. Para la red general, el inventario promedio son las existencias de seguridad, más la mitad de la cantidad de pedidos y el inventario en tránsito. Por lo tanto, dadas las mismas demandas y metas de servicio al cliente, el inventario total aumenta en una tasa decreciente cuando se incrementa el número de almacenes en una red logística.

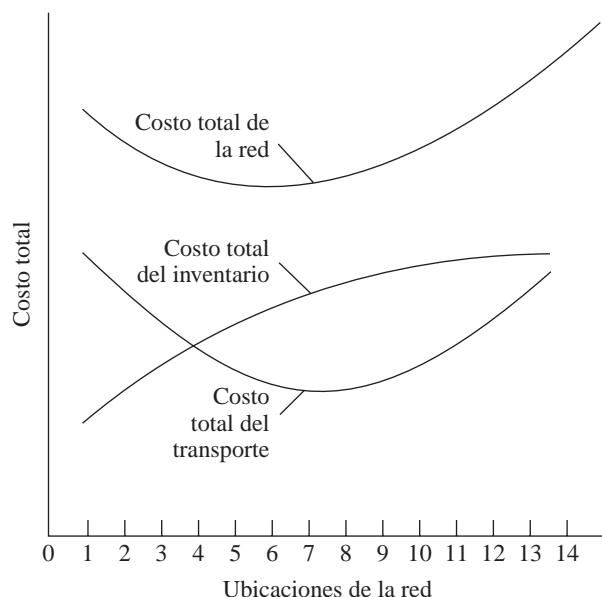
FIGURA 13.5
El inventario promedio como una función del número de ubicaciones de almacén



Red de costo total

Como se observó antes, la identificación del diseño de la red con el costo total más bajo es la meta de la integración logística. El concepto básico del costo total para el sistema logístico general se presenta en la figura 13.6. El punto bajo en la curva de costo total del transporte está entre siete y ocho instalaciones. El costo total relacionado para el compromiso promedio del inventario aumenta con cada almacén adicional. Para el sistema general, la red de costo total más bajo es seis ubicaciones. El punto del costo del inventario más bajo sería un solo almacén.

FIGURA 13.6
Red de costo total más bajo



Relaciones de las soluciones intermedias

La identificación de la red de costo total más bajo con seis almacenes en la figura 13.6 ilustra las relaciones de las soluciones intermedias. Observe que el **punto mínimo del costo total para el sistema no está en el punto con el costo más bajo para el transporte o el inventario**. Esta solución intermedia ilustra el sello distintivo del análisis integrado de la logística.

Suposiciones y limitaciones

En la práctica real, es difícil identificar y medir todos los aspectos del costo logístico total. Se requiere muchas suposiciones para analizar una red logística. Una preocupación adicional es el hecho de que un análisis como el presentado en la figura 13.6 no abarca la complejidad de la integración del costo total.

La representación bidimensional de la figura 13.6 muestra las ventas proyectadas a través de un solo periodo de planificación. Los requerimientos de transporte se representan mediante un solo embarque de tamaño promedio. En las operaciones reales, es probable que ninguna de estas suposiciones represente las circunstancias verdaderas. Primero, la naturaleza del diseño de una red logística no es la de un problema de planificación a corto plazo. Cuando se incorporan decisiones de la instalación, el horizonte de planificación debe considerar diversas alternativas de ventas. Segundo, los tamaños de los embarques y los pedidos reales variarán mucho alrededor de un promedio. Un método realista para planificar debe incorporar diversos tamaños de embarques apoyados por métodos logísticos alternos para satisfacer los requerimientos de servicio al cliente. En la operación real, se emplean modos de transporte alternos, según sea necesario, para lograr la velocidad de entrega requerida.

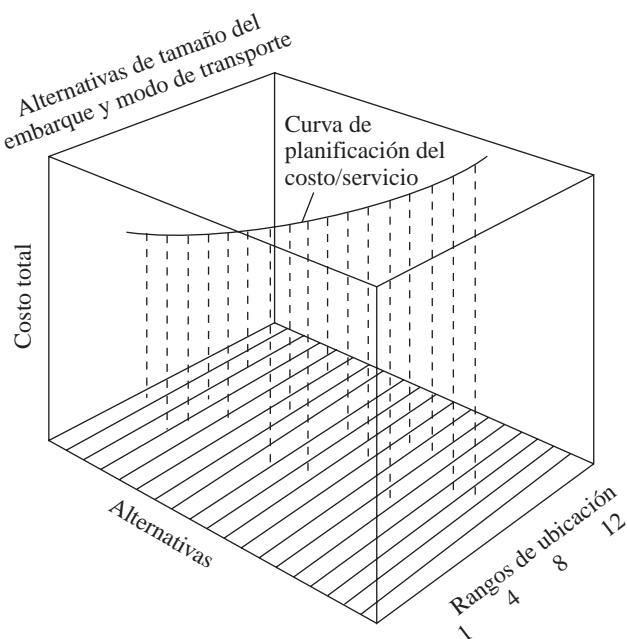
Existen importantes soluciones secundarias de costos entre el inventario y el transporte. El costo del inventario como una función del número de almacenes se relaciona directamente con el nivel de disponibilidad del inventario deseado. Si no se conservan existencias de seguridad en el sistema, el requerimiento total del inventario se limita a las existencias básicas y en tránsito. Bajo una situación sin existencias de seguridad, el costo más bajo total para el sistema estaría en el punto del costo de transporte más bajo o cerca de él. Por lo tanto, para el análisis de las soluciones secundarias, son esenciales las suposiciones realizadas con respecto a la disponibilidad del inventario y la tasa de llenado deseadas y tienen un impacto significativo en la solución de diseño con el costo total más bajo.

El aspecto de selección de la ubicación en la planificación de la red logística es mucho más complejo que simplemente decidir cuántas instalaciones elegir de un solo conjunto de ubicaciones, como se aprecia en la figura 13.6. Una empresa dedicada a la logística a nivel nacional tiene una amplia libertad para elegir dónde ubicar los almacenes. Dentro de Estados Unidos hay 50 estados, dentro de los cuales se pueden ubicar uno o más almacenes de distribución. Suponga que los almacenes totales permisibles para un sistema logístico no pueden ser más de 50 y las ubicaciones se limitan a un máximo de una en cada estado. Con esta diversidad de opciones, todavía existen 1.1259×10^{15} combinaciones de almacenes para evaluar en la identificación de la red con el costo total más bajo.

Para superar algunas de estas limitaciones, es necesario introducir en el análisis las variaciones en el tamaño de los embarques y las alternativas de transporte. Extender el análisis a un tratamiento más completo de las variables suele requerir la utilización de los modelos y las técnicas de planificación que se analizan en el capítulo 14. Tres variables fundamentales son el tamaño del embarque, el modo de transporte y las alternativas de ubicación. Las constantes son el nivel de disponibilidad del inventario, el tiempo del ciclo de desempeño y las ubicaciones específicas para los almacenes que se evalúan.

Al desarrollar un análisis más pormenorizado, el tamaño de los embarques se puede agrupar en términos de la frecuencia de ocurrencia y el modo de transporte económicamente justificado para manejar cada tamaño de embarque dentro de las restricciones especificadas del tiempo del ciclo de desempeño. Para cada tamaño de embarque, se puede identificar una relación de costo total. El resultado es un análisis bidimensional para cada tamaño de embarque y un modo de transporte adecuado. A continuación, los perfiles individuales en dos dimensiones se vinculan al unir los puntos del costo más bajo mediante una curva de planificación. En un sentido técnico, ésta es una **curva envolvente** que une los puntos de costo total más bajo de las relaciones tamaño de embarque individual/modo de transporte. La figura 13.7 ofrece una imagen tridimensional del tamaño del embarque, el modo de transporte y la ubicación, integrados.

FIGURA 13.7
Curva tridimensional
del costo total



La curva de planificación une el punto del costo total más bajo para cada tamaño de embarque. No une los puntos de las ubicaciones. Por ejemplo, el número de ubicaciones para apoyar el costo más bajo para un tamaño de embarque puede ser mayor o menor que para otro. Se requiere un análisis adicional para identificar las ubicaciones específicas que ofrecen la alternativa de costo más bajo para cada combinación de tamaño de embarque y transporte. Suponga que las ubicaciones bajo consideración consisten en una red que va de uno a 12 almacenes. Dentro de este rango, la curva de planificación identificará un número más pequeño de ubicaciones aceptable para una evaluación detallada. En la figura 13.7, los puntos de las combinaciones de costo más bajo, tamaño de embarque y transporte caen dentro de un rango de cuatro a ocho ubicaciones.

Se requiere un análisis para seleccionar la red de almacenes final. Al principio, las suposiciones de duración del ciclo de desempeño y de disponibilidad del inventario deben mantenerse constantes. La disponibilidad del servicio y la duración del ciclo de desempeño sirven como parámetros para ayudar a aislar una aproximación inicial de costo más bajo. En un punto posterior en la estrategia de formulación, estos parámetros se pueden relajar y someterse a un análisis de sensibilidad. El ajuste de la curva de planificación de costo más bajo requiere un análisis de costo marginal para cada combinación de tamaño de embarque/modo de transporte para las redes con cuatro, cinco, seis, siete y ocho ubicaciones de almacenes. Siempre y cuando se logre los objetivos de servicio al cliente dentro del rango de cuatro a ocho almacenes, se identifica una red tentativa de almacenes posibles con el costo total más bajo.

Un refinamiento final implica evaluar los sitios o las instalaciones de los almacenes específicos. En el caso de la figura 13.7, la cual es la misma situación en casi todos los métodos de modelado complejos, la red de ubicación de mejor ajuste se limita a un conjunto de ubicaciones de almacenes preseleccionados para análisis. El resultado puede ser satisfactorio para la administración, pero no con un costo superior a un diferente grupo de ubicaciones. Cada combinación de almacenes seleccionada para análisis tendrá una combinación de costo más bajo. La política final puede requerir que el análisis se complete con varias combinaciones diferentes de redes para identificar las más convenientes para una situación empresarial específica. La selección final de los almacenes realizada mediante una metodología de ensayo y error nunca identificará la solución matemática óptima para minimizar el costo logístico total. Sin embargo, ayudará a la administración a identificar una red superior a la operación existente que mejore el servicio y/o reduzca el costo logístico total.

Para evaluar la amplia diversidad de variables al diseñar un sistema logístico, se han desarrollado modelos complejos. Las suposiciones requeridas para apoyar el diseño integrado de un sistema son importantes desde el punto de vista de su impacto en la formulación de la estrategia. La curva del costo total integrado debe tomar en consideración todas las variables relevantes que son fundamentales para el diseño del sistema logístico.

Formulación de la estrategia logística

Para finalizar la estrategia logística, es necesario evaluar las relaciones entre los niveles alternos de servicio al cliente y el costo asociado. Aunque existen bastantes dificultades en la medición de los ingresos, la evaluación comparativa del desempeño del servicio marginal y el costo relacionado ofrece un modo para aproximar un diseño ideal del sistema logístico. El método general consiste en: 1) determinar una red con el costo total más bajo, 2) medir la disponibilidad y la capacidad de servicio asociadas con el diseño del sistema con costo total más bajo, 3) efectuar análisis de sensibilidad que relacionen directamente el servicio y el costo crecientes con la generación de ingresos, y 4) finalizar el plan.

Minimización del costo

Igual que una representación física de un área geográfica ilustra las elevaciones, las depresiones y los contornos de la superficie terrestre, un mapa económico resalta los diferenciales del costo logístico. En general, los costos máximos para la mano de obra y los servicios esenciales ocurren en áreas metropolitanas grandes. Sin embargo, debido a la concentración de la demanda, el costo logístico total resultante de los beneficios de la consolidación del transporte y el inventario suelen minimizarse en las áreas metropolitanas.

Una estrategia con el costo total más bajo busca una red del sistema logístico con los costos fijos y variables más bajos. El diseño de un sistema para lograr el costo total más bajo es dirigido sólo por las soluciones intermedias de un costo a otro. En términos de las relaciones básicas, en la figura 13.6 se presenta un diseño con el costo total más bajo. El nivel de servicio al cliente asociado con el diseño de un sistema logístico con el costo menor es el resultado de una política de existencias de seguridad y la cercanía a los clientes en la ubicación de los almacenes. El nivel general de servicio al cliente asociado con el diseño del sistema con el costo total más bajo se denomina el **nivel del umbral de servicio**.

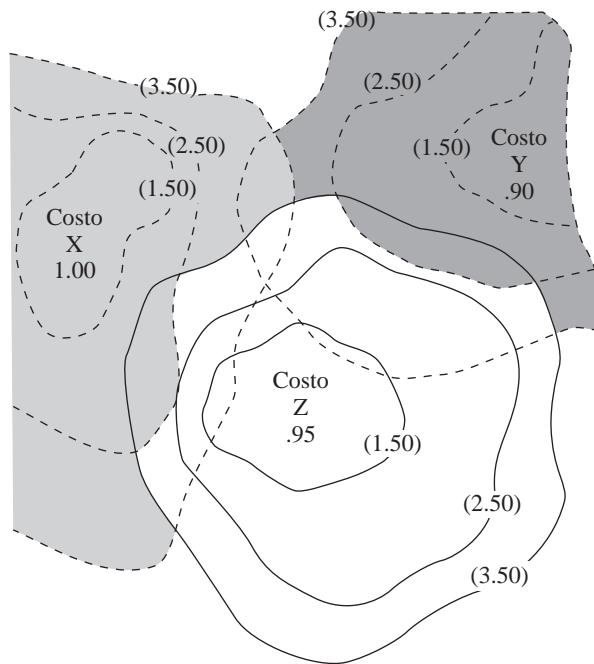
Umbral de servicio

Para establecer un umbral de servicio es necesario iniciar una reingeniería de la red con políticas relacionadas con la **disponibilidad** y la **capacidad** del inventario requeridas. Una práctica común es hacer que la capacidad de servicio al cliente se base en el sistema existente de recepción y procesamiento de pedidos, que las operaciones del almacén se basen en el tiempo de cumplimiento de un pedido estándar en las instalaciones existentes y que el tiempo de entrega del transporte se base en la capacidad de los métodos de transporte existentes. Con estas suposiciones, el desempeño actual proporciona el punto inicial para evaluar el posible mejoramiento del servicio.

El punto inicial normal para un análisis de la disponibilidad del servicio al cliente es suponer un desempeño en una tasa de llenado generalmente aceptable. Se suele utilizar el estándar que prevalece en la industria como una primera aproximación. Por ejemplo, si la disponibilidad de las existencias de seguridad se estableciera en 97.75% para la probabilidad combinada de la incertidumbre de la demanda y el tiempo de desarrollo, se prevería que aproximadamente 98 de 100 artículos de un pedido se entregarían como se especifica.

Con las suposiciones iniciales, se asigna a cada cliente una ubicación de embarque con base en el costo total más bajo. En las situaciones con varios productos, la selección de los territorios de servicio para cada instalación dependerá de los productos conservados en cada almacén y el grado de consolidación requerido por los clientes. Debido a que los costos tienen importantes diferenciales geográficos, el área de servicio para cualquier instalación específica variará en tamaño y configuración. La figura 13.8 ilustra la asignación de las áreas de servicio del almacén con base en

FIGURA 13.8
Determinación de los territorios de servicio:
tres puntos, sistema de costo más bajo



un costo total de entrega ecualizado. La irregularidad de los territorios de servicio es el resultado de los diferenciales del costo del transporte que sale desde los tres almacenes.

En la figura 13.8 los almacenes se identifican mediante las letras X, Y y Z. El costo hipotético asociado con cada instalación representa todo el costo logístico para un pedido promedio, excepto el transporte. El diferencial del costo del pedido promedio entre las instalaciones refleja los diferenciales locales.

Alrededor de cada instalación se exhiben líneas del costo total a intervalos de 1.50, 2.50 y 3.50 dólares. El costo representado por la línea es el costo total de la logística, incluyendo el transporte a los puntos conectados a lo largo de la línea. El servicio a los clientes ubicados dentro de un área específica tiene un costo más bajo que el exhibido en la línea. El área de servicio general de cada almacén se determina mediante la asignación del costo total más bajo. La línea limítrofe del territorio representa el punto de un costo total igual entre dos almacenes. A lo largo de ésta, el costo total para dar servicio al cliente es igual. Sin embargo, puede existir una diferencia sustancial en el tiempo de entrega.

En la figura 13.8 se suponen dos condiciones. Primero, la ilustración se basa en la distribución de un pedido promedio. Por lo tanto, los costos logísticos hacia el exterior son iguales en el promedio. En la medida en que varía del promedio el tamaño de un pedido, los límites del territorio se alteran de acuerdo con el tamaño del embarque. Segundo, se estima el tiempo de entrega con base en la distancia. El inventario en tránsito también se estima con base en el tiempo de entrega. De acuerdo con este análisis inicial del umbral de servicio, no puede concluirse que los tiempos de entrega serán uniformes dentro de los territorios o que se presentará un costo logístico total igual dentro de un área de servicio.

El hecho de que la red inicial está diseñada para lograr un costo logístico más bajo no significa que el umbral de servicio al cliente será bajo. Se espera que, en un sistema de costo más bajo, el tiempo transcurrido desde la realización del pedido por el cliente hasta la entrega del producto sea, en promedio, más prolongado que el que se experimentaría en redes alternas modificadas para mejorar el desempeño general del sistema. Sin embargo, los clientes ubicados cerca de una instalación de almacenamiento en todas las redes tienen la posibilidad de recibir una entrega rápida. Debido a que la ubicación de costo más bajo tiende a favorecer áreas con una concentración de demanda alta, una cantidad importante de clientes tendrá una posibilidad de entrega rápida.

Dado un estimado del tiempo del ciclo de pedido esperado, la administración está en posición de hacer compromisos básicos de entrega al cliente. Una política de declaración del servicio puede decir esto: el desempeño de los pedidos para el área A será de cinco días desde la recepción de los pedidos en la instalación de almacenamiento. Nuestra política es poder satisfacer 98% de todos los pedidos dentro de un periodo de cinco días.

El desempeño real de un sistema logístico se mide mediante el grado en que se alcanzan con regularidad dichos estándares de servicio. Dada una cuantificación de las variables involucradas, el umbral de servicio relacionado con el sistema de costo total más bajo ofrece el punto inicial de desarrollo de una plataforma básica de servicio de la empresa. El paso siguiente en la formulación de una política es probar la conveniencia para el cliente del nivel del umbral de servicio.

Análisis de sensibilidad del servicio

El umbral de servicio, que es el resultado del diseño logístico de costo total más bajo, proporciona una base para el **análisis de sensibilidad del servicio**. La capacidad básica de servicio de una red aumenta o disminuye al variar el número de almacenes, modificar en uno o más los ciclos de desempeño para aumentar la velocidad o la regularidad de las operaciones y/o cambiar la política de existencias de seguridad.

Modificación de las ubicaciones

La estructura del almacén del sistema logístico establece el servicio que se puede realizar sin cambiar el ciclo de desempeño o la política de existencias de seguridad. Para ilustrar la relación entre el número de almacenes y el tiempo de servicio resultante, suponga que una medida importante es el porcentaje de la demanda satisfecha dentro de un intervalo de tiempo especificado. El impacto general de agregar almacenes al sistema se presenta en la tabla 13.5, en la cual se aprecian varios puntos de interés.

Primero, el aumento del servicio es una función que disminuye. Por ejemplo, las primeras cinco ubicaciones de almacenes proporcionan un desempeño de 24 horas para 42% de todos los clientes. Para duplicar el porcentaje de servicio de 24 horas de 42 a 84%, se requiere nueve almacenes adicionales o un total de 14.

Segundo, se consiguen altos grados de servicio mucho más rápido para intervalos de desempeño más prolongados que para aquellos más cortos. Por ejemplo, cuatro ubicaciones de almacenes proporcionan un desempeño de 85% dentro del ciclo de desempeño de 96 horas. Aumentar las

TABLA 13.5
Capacidad de servicio dentro de intervalos de tiempo como una función del número de ubicaciones

Ubicaciones de la red	Porcentaje de la demanda por duración del ciclo de desempeño (horas)			
	24	48	72	96
1	15	31	53	70
2	23	44	61	76
3	32	49	64	81
4	37	55	70	85
5	42	60	75	87
6	48	65	79	89
7	54	70	83	90
8	60	76	84	90
9	65	80	85	91
10	70	82	86	92
11	74	84	87	92
12	78	84	88	93
13	82	85	88	93
14	84	86	89	94

ubicaciones totales de cuatro a 14 mejora el desempeño de 96 horas en sólo 9%. En contraste, un total de 14 almacenes no consigue alcanzar 85% con un ciclo de desempeño de 24 horas.

Por último, el costo total asociado con cada ubicación agregada a la red logística aumenta de manera significativa. Por lo tanto, mientras disminuye el aumento en el servicio resultante de ubicaciones adicionales, se incrementa el aumento en el costo asociado con cada ubicación nueva. La remuneración en el servicio para cada instalación nueva es cada vez menor.

Se suele pedir a los administradores de la logística que estimen en el inventario el impacto de agregar o eliminar almacenes. Esta relación entre la incertidumbre y el inventario requerido se denomina el **efecto carpeta**,⁵ el cual se estima mediante la **regla de la raíz cuadrada**. Esta regla, propuesta originalmente por Maister, sugiere que el aumento de las existencias de seguridad que se produce al agregar un almacén, es igual a la proporción de la raíz cuadrada del número de ubicaciones en la red recién preparada entre la raíz cuadrada del número de ubicaciones existentes.⁶

Por ejemplo, suponga que un administrador quiere estimar en el inventario el impacto al cambiar de una red de uno a dos almacenes. De hecho, la red se duplica. Por las razones analizadas, aumenta la variabilidad de la demanda. Mediante la regla de la raíz cuadrada, las existencias de seguridad agregada de una empresa (SS_j) para un sistema de dos almacenes se estima como:

$$\begin{aligned} SS_j &= \frac{\sqrt{N_j}}{\sqrt{N_i}} \times SS_i \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1}} \times SS_i \\ &= 1.41 \times SS_i \end{aligned}$$

en donde

SS_j = las existencias de seguridad agregada para N_j almacenes o variaciones de productos;

N_j = el número de ubicaciones de almacenes o variaciones de productos para la configuración nueva;

N_i = el número de ubicaciones de almacenes o variaciones de productos para la configuración existente; y

SS_i = las existencias de seguridad agregada para N_i almacenes o variaciones de productos.

TABLA 13.6
Impacto en el inventario de una red de almacenes modificada a partir de la cantidad básica de un almacén

Ubicaciones de la red	Nivel de existencias de seguridad
1	100
2	141
3	173
4	200
5	224

⁵ Para un análisis más detallado del efecto carpeta, consulte Walter Zinn, Michael Levy y Donald J. Bowersox, "Measuring the Effect of Inventory Centralization/Decentralization on Aggregate Safety Stock: The Square Root Law Revisited", *Journal of Business Logistics* 10, núm. 1, 1989, pp. 1-14; y Philip T. Evers, "Expanding the Square Root Law: An Analysis of Both Safety and Cycle Stocks", *Logistics and Transportation Review* 31, núm. 1, 1995, pp. 1-20.

⁶ D.H. Maister, "Centralization of Inventories and the 'Square Root Law'", *International Journal of Physical Distribution* 6, núm. 3, 1976, pp. 124-134.

El aumento en el inventario proyectado que se genera al agregar un segundo almacén se estima como un aumento de 141% en las existencias de seguridad. La tabla 13.6 ilustra el impacto del cambio para un rango de uno a cinco almacenes. Aunque la regla de la raíz cuadrada funciona bastante bien para estimar el impacto en el inventario, requiere suposiciones relacionadas con la demanda. La primera de ellas es que las ubicaciones de las existencias o variaciones de productos deben tener aproximadamente el mismo nivel de demanda. De manera más específica, si en ese momento hay dos ubicaciones para conservar existencias, ambas deben tener aproximadamente el mismo nivel de demanda para que la regla de la raíz cuadrada funcione con precisión. Segunda, no deben estar relacionados los niveles de demanda en cada almacén o para cada variación del producto. Esto significa que debe ser independiente la variación de la demanda para cada ubicación. La última supone que la regla de la raíz cuadrada requiere que la demanda para cada almacén se aproxime a una distribución normal. Aunque debe tomarse en consideración la conveniencia de estas suposiciones, la regla de la raíz cuadrada es un modo útil para estimar el impacto en el inventario de agregar o eliminar almacenes en una red logística.

Modificación del ciclo de desempeño

Es posible variar la velocidad y la regularidad del servicio para un mercado o clientes específicos al modificar algún aspecto del ciclo de desempeño. Para mejorar el servicio, se pueden utilizar pedidos a través de la web y de transporte de primera clase. Por lo tanto, la cercanía geográfica y el número de almacenes no equivalen directamente a una entrega rápida o regular. La decisión para aumentar el servicio al adoptar una disposición de ciclo de desempeño más rápido suele aumentar el costo variable. En contraste, un mejoramiento del servicio debido a agregar almacenes, implica un alto grado de costo fijo y puede generar una menor flexibilidad general del sistema.

No es posible ofrecer generalizaciones acerca del mejoramiento de la proporción costo/servicio alcanzable a partir de una modificación en el ciclo de desempeño. La relación normal del costo de transporte de primera clase hasta el más bajo es el resultado de un incentivo importante en favor de los embarques grandes. Por lo tanto, si el volumen de un pedido es sustancial, es posible esperar economías de la logística para favorecer la utilización de un almacén o un punto de consolidación para atender un área del mercado.

El impacto de utilizar un transporte de primera clase aumentará el costo total. Los ajustes a partir del sistema logístico de costo total más bajo normalmente se justifican si el mejoramiento del servicio produce una mayor rentabilidad.

Modificación de las existencias de seguridad

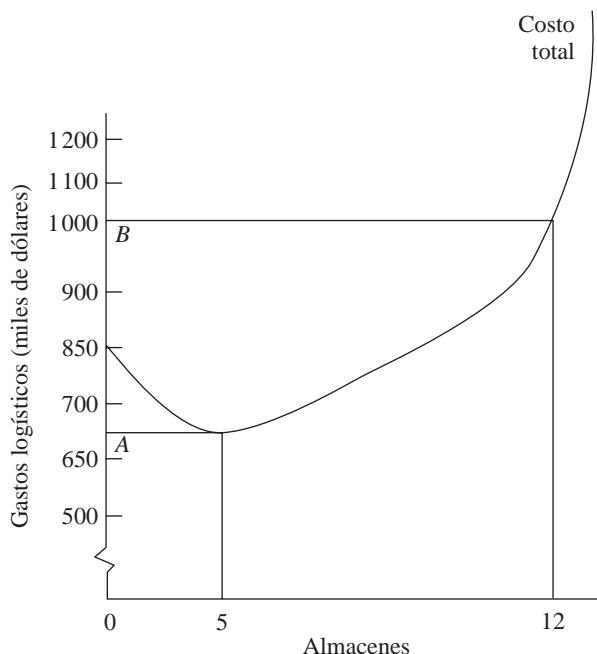
Un modo directo de cambiar el servicio es aumentar o disminuir la cantidad de existencias de seguridad que se conservan en uno o más almacenes. El impacto de aumentar las existencias de seguridad a través de un sistema total moverá hacia arriba la curva del costo promedio del inventario. Una meta de aumentar la disponibilidad de servicio al cliente producirá mayores existencias de seguridad en cada almacén. Debido a que se incrementa la disponibilidad, las existencias de seguridad requeridas aumentan a una tasa creciente para lograr cada aumento igual de la disponibilidad.

Estrategia de finalización

La administración suele caer en la trampa de ser abiertamente optimista en cuanto a los compromisos de servicio con los clientes. El resultado pueden ser expectativas muy altas de ellos, seguidas por un desempeño errático. En parte, dicho compromiso excesivo es el resultado de una falta de comprensión del costo total requerido para apoyar un servicio alto con cero defectos.

El paso final al establecer una estrategia es evaluar el costo del aumento en el servicio en términos de generar un ingreso que lo compense. Por ejemplo, suponga que el sistema actual está preparado para dar servicio a cuando menos 90% de todos los clientes con una disponibilidad del inventario de 95% en un periodo de 60 horas después de la recepción del pedido. Además, suponga que el sistema logístico actual cumple estos objetivos al costo total más bajo mediante la utilización de una red de cinco almacenes. Sin embargo, mercadotecnia no está satisfecha y cree que esa capacidad de servicio debe aumentarse a un punto en donde 90% de todos los clientes reciban una disponibilidad del inventario de 97% entregada en 24 horas. La administración de la logística necesita estimar el costo de este compromiso estratégico.

FIGURA 13.9
Comparativo del costo total para sistemas con 5 y 12 puntos de distribución



La figura 13.9 ilustra cómo se evalúan las estrategias alternativas. Suponga que mercadotecnia solicita un mejoramiento de 2% en la disponibilidad del inventario combinado con un mejoramiento de 36 horas en la capacidad de entrega. Suponga también que el análisis de diseño identifica que 12 almacenes representan la red de costo más bajo capaz de lograr los nuevos estándares de servicio. El costo total de esta capacidad de servicio ampliada se mide sobre el eje vertical de la figura 13.9 mediante la distancia entre los puntos A y B. El costo total de lograr el servicio solicitado por mercadotecnia requerirá aproximadamente un incremento anual de 400 000 dólares en el costo logístico. Si se supone un margen promedio de ganancias antes de impuestos de 10% de las ventas, sería necesario generar 4 millones de dólares en un aumento en las ventas para nivelar el costo de proporcionar el servicio agregado.

La aceptación o el rechazo de la propuesta de mercadotecnia para un mayor servicio implican un posicionamiento estratégico. Logística puede proporcionar cualquier desempeño que requiera la estrategia general de servicio al cliente de la empresa. Los cambios en la política, una vez adoptados, afectarán el diseño de la red logística. Para culminar la política logística, la administración debe considerar diversas alternativas estratégicas.

Resumen

Los principales impulsores del diseño de una red logística son los requerimientos resultantes de las estrategias integradas de adquisición, manufactura y atención al cliente. Dentro de la estructura de estas estrategias entrelazadas, los requerimientos de la logística integrada se satisfacen al lograr soluciones intermedias de costo total y servicio. Estas capacidades se extienden a través de una red de instalaciones de la empresa. Las instalaciones de almacenamiento son importantes para el desempeño de los requerimientos logísticos. Dichas instalaciones se justifican en el diseño del sistema logístico como resultado de su contribución a la reducción del costo, el mejoramiento del servicio o una combinación de ambos.

Las economías del transporte y del inventario son consideraciones fundamentales del diseño de una red. En la ecuación del costo total más bajo, el transporte refleja los aspectos espaciales de la logística. La capacidad para consolidar el transporte es una justificación primordial para incluir los almacenes en el diseño de una red. El inventario introduce la dimensión temporal de la logística. El inventario promedio aumenta cuando se incrementa el número de almacenes en un sistema, en una situación de demanda estable. La integración del costo total ofrece un sistema para la integración simultánea de los costos logísticos, de manufactura y de adquisición. Por lo tanto, el análisis del costo total proporciona la metodología para la integración de una red logística.

El análisis preciso del costo total contiene problemas prácticos. En primer lugar está el hecho de que muchos costos importantes no se miden ni se comunican de manera específica mediante los sistemas de contabilidad normales. Un segundo problema relacionado con el análisis del costo total es la necesidad de considerar una amplia variedad de alternativas de diseño de una red. Para desarrollar un análisis completo de una situación de planificación, deben considerarse los tamaños de embarque alternos, los modos de embarque y el rango de ubicaciones de almacenes disponibles.

Estos problemas se pueden superar si la red se analiza con atención. El formato recomendado para el análisis del costo total es agrupar todos los costos funcionales asociados con el inventario y el transporte. La contribución importante de la integración del costo total es que ofrece un análisis simultáneo de los costos afectados por el tiempo y el espacio relacionados con el diseño de una red logística.

La formulación de una estrategia logística requiere que el análisis del costo total se evalúe en términos del desempeño del servicio al cliente. El servicio logístico se mide en términos de la disponibilidad, la capacidad y la calidad del desempeño. La consecución definitiva de cada atributo del servicio se relaciona directamente con el diseño de la red logística. Para alcanzar el nivel más alto de apoyo operativo logístico dentro de la integración general de la empresa, en teoría se debe dar servicio a cada cliente hasta un punto en donde el costo marginal sea igual a los ingresos marginales. No es práctico lograr dicha igualación marginal; sin embargo, la relación sirve como una meta normativa de la planificación.

La formulación de una política de servicio comienza con la identificación y el análisis del diseño del sistema de costo total más bajo. Dado un objetivo de disponibilidad del inventario especificado por la administración, se puede cuantificar la capacidad de servicio asociada con el diseño de costo más bajo. Este nivel de servicio inicial se denomina el nivel del umbral de servicio. Para evaluar las modificaciones posibles al diseño de costo más bajo se utiliza un análisis de sensibilidad. Los niveles de servicio mejoran al: 1) modificar el número de instalaciones, 2) alterar uno o más aspectos del ciclo de desempeño, y/o 3) cambiar las existencias de seguridad.

Preguntas desafiantes

1. Describa con sus propias palabras lo que significa una integración parcial/temporal en la integración de un sistema logístico.
2. ¿Qué justificación lógica se puede presentar para apoyar la ubicación de un almacén en un sistema logístico?
3. ¿Por qué los costos del transporte al principio disminuyen cuando se incrementa el número de almacenes en un sistema? ¿Por qué los costos del transporte terminan por aumentar cuando se incrementa el número de almacenes? ¿Por qué los costos del inventario aumentan cuando se incrementa el número de almacenes en un sistema?
4. En sus propios términos, ¿cuál es el impacto de las ubicaciones en el inventario? ¿En qué es diferente para el inventario en tránsito y para las existencias de seguridad?
5. ¿Qué se pretende mediante el nivel del umbral de servicio de un sistema de costo más bajo?
6. ¿Por qué el servicio al cliente no aumenta proporcionalmente con los incrementos en el costo total cuando se diseña un sistema logístico?
7. En la tabla 13.5, ¿por qué la velocidad del desempeño del servicio al cliente aumenta más rápido para los clientes ubicados a distancias más alejadas de la instalación de almacenamiento? ¿Qué implica esta relación para el diseño del sistema?
8. Analice las diferencias entre mejorar el servicio al cliente a través de un transporte más rápido y uniforme, niveles de inventario más altos y/o mayor número de almacenes.
9. Con sus propias palabras, describa la relación entre la adquisición, la manufactura y la atención al cliente en el diseño de un sistema logístico integrado.
10. ¿De qué manera se puede mejorar el desempeño del servicio al cliente al incorporar operaciones de distribución flexible en el diseño de un sistema logístico?

Diseño de la logística y planificación operativa

Metodología de la planificación

Fase I: definición y planificación del problema

Valoración de la factibilidad

Planificación de un proyecto

Fase II: recopilación y análisis de datos

Recopilación de suposiciones y de datos

Análisis

Fase III: recomendaciones e implementación

Recomendaciones

Implementación

Métodos y técnicas de análisis de la cadena de suministro

Decisiones del diseño

Lógica del diseño

Decisiones del inventario

Decisiones del transporte

Ánálisis del envío

Ánálisis del inventario

Resumen

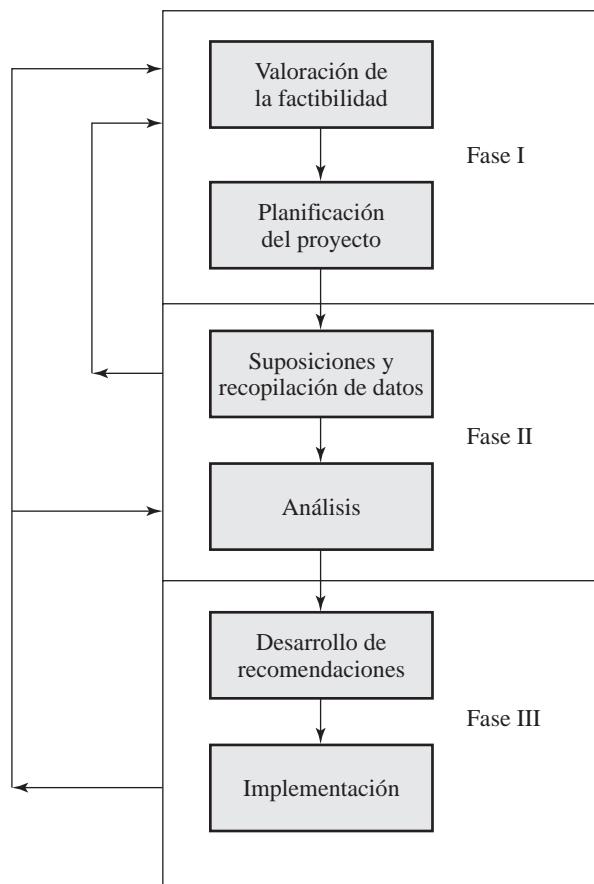
El ambiente logístico de la cadena de suministro evoluciona sin cesar como resultado de los cambios en los mercados, los competidores, los proveedores y la tecnología. Para desarrollar y concentrar una estrategia empresarial que coincida con este ambiente cambiante y evaluar con eficacia las alternativas, se requiere una metodología sistemática de planificación y diseño. Este capítulo presenta una metodología generalizada que incluye un panorama de las técnicas utilizadas para la planificación logística.

Metodología de la planificación

Incluso para las industrias establecidas los requerimientos de mercados, demanda, costo y servicios de una empresa cambian con rapidez en respuesta al comportamiento de los clientes y los competidores. Para atender dicho cambio, las empresas suelen enfrentar preguntas como: 1) ¿cuántos almacenes debe utilizar nuestro sistema logístico y dónde deben ubicarse?, 2) ¿cuáles son las soluciones intermedias de inventario/servicio para cada almacén?, 3) ¿cuáles tipos de equipo de transporte deben utilizarse y cómo se establecen los itinerarios de los vehículos?, 4) ¿se justifica la inversión en una nueva tecnología para manejo de materiales?

Las respuestas a tales preguntas suelen ser complejas y requerir muchos datos. La complejidad se debe a la gran cantidad de factores que afectan el costo total logístico y la diversidad de

FIGURA 14.1
El proceso de investigación



soluciones alternativas. La necesidad de datos se debe a la gran cantidad de información requerida para evaluar las alternativas logísticas. El diseño de un sistema logístico debe evaluar diversas alternativas de servicio, características de costo y tecnologías operativas. Dichos análisis requieren un proceso estructurado y herramientas analíticas eficaces.

Así como no existe un sistema logístico ideal que convenga a todas las empresas, el método para identificar y evaluar las estrategias logísticas alternas puede variar mucho. Sin embargo, existe un proceso general aplicable a casi todas las situaciones de diseño y análisis de la logística. La figura 14.1 presenta el flujo general de un proceso de planificación, el cual se divide en tres fases: definición del problema y planificación, recopilación de datos y análisis, y recomendación e implementación.

Fase I: definición del problema y planificación

La fase I de diseño y planificación del sistema logístico proporciona la base para el análisis general. Una definición y un plan detallados y bien documentados son esenciales para todo lo que sigue.

Valoración de la factibilidad

El diseño y la planificación de la logística deben comenzar con una evaluación pormenorizada de la situación operativa actual. El objetivo es comprender las características del ambiente, el proceso y el desempeño del sistema actual, y determinar cuáles modificaciones, en su caso, vale la pena evaluar. El proceso de evaluar el cambio se conoce como la valoración de la factibilidad,

la cual incluye un análisis situacional, la estructuración de la lógica de apoyo y una estimación de costo/beneficio.

Análisis situacional

El conjunto de medidas, características e información del desempeño que describe el ambiente logístico actual se denomina análisis situacional. Un análisis normal requiere una revisión operativa interna, una valoración del mercado y una valoración de la tecnología para determinar la capacidad existente y el mejoramiento posible.

La revisión operativa interna se concentra en desarrollar una comprensión clara de las prácticas y los procesos logísticos existentes. Perfil a desempeño histórico, la disponibilidad de datos, las estrategias, las operaciones, y las políticas y prácticas tácticas. La revisión suele cubrir el proceso general, al igual que cada función logística. Para comprender por completo cómo la logística apoya la adquisición, las operaciones de manufactura y la atención del cliente, el análisis situacional debe abarcar todas las funciones de la cadena de suministro.

Una revisión interna examina todos los recursos principales, como la fuerza de trabajo, el equipo, las instalaciones, las relaciones y la información. En particular, la revisión interna debe concentrarse en una evaluación pormenorizada de la capacidad y las deficiencias del sistema existente. Es necesario examinar con atención los objetivos planteados de cada elemento del sistema logístico, así como su capacidad para cumplir tales objetivos. Por ejemplo, ¿el sistema de información para la administración de la logística aporta y mide con regularidad los objetivos de servicio acordados para el cliente? Asimismo, ¿el proceso de administración de materiales apoya los requerimientos de manufactura? ¿La red de almacenes actual apoya con eficacia los objetivos de servicio al cliente? Por último, ¿cómo se comparan la capacidad de desempeño logístico y las mediciones a través de las unidades y las ubicaciones empresariales? Éstas y muchas otras preguntas similares forman la base para la autoevaluación requerida en el análisis interno. La revisión detallada intenta identificar las oportunidades que puede motivar o justificar que el sistema logístico se rediseñe o refine.

La tabla 14.1 enlista algunos de los temas que suelen cubrirse durante una revisión interna. El formato resalta el hecho de que la valoración debe considerar los procesos, las decisiones y las medidas importantes para cada actividad logística principal. Las consideraciones de los procesos se concentran en los flujos físicos y de información a través de la cadena de suministro. Las consideraciones de las decisiones atienden la lógica y los criterios que se utilizan en la actualidad para administrar la cadena de suministro. Las consideraciones de la medición revisan los indicadores del desempeño importantes y la capacidad de la empresa para medirlos. La métrica del desempeño de la cadena de suministro se desarrolla con más detalle en el capítulo 16.

El contenido específico de la revisión depende del alcance del análisis. No es común que la información requerida esté disponible con facilidad. El propósito de la revisión interna no es una recopilación detallada de datos, sino más bien un diagnóstico de los procesos y procedimientos logísticos actuales, al igual que un sondeo para determinar el tipo de datos disponibles. Y lo más importante, la revisión interna pretende identificar las áreas en donde existe una oportunidad sustancial de mejoramiento.

La valoración del mercado es una revisión de las tendencias y las demandas de servicio requeridas por los clientes. El objetivo de la valoración del mercado es documentar y formalizar las percepciones y los deseos de los clientes acerca de los cambios posibles en la capacidad logística de la empresa. La valoración puede incluir entrevistas con clientes seleccionados o encuestas de los más sustantivos.¹ La tabla 14.2 ilustra algunos temas comunes de la valoración del mercado. Ésta debe concentrarse en las relaciones externas con los proveedores, los clientes y, en algunas situaciones, de los consumidores; y debe considerar las tendencias en los requerimientos y los procesos, al igual que las capacidades de la empresa y los competidores.

¹ Francis J. Gonillart y Frederick D. Sturdivant, "Spend a Day in the Life of Your Customers", *Harvard Business Review* 72, núm. 1, enero/febrero de 1994, pp. 116-125.

TABLA 14.1 Temas revisados para una selección interna

	Procesos	Decisiones	Medición
Servicio al cliente	<p>¿Cuál es el flujo de información actual?</p> <p>¿Cuál es el perfil de los pedidos y cómo está cambiando?</p> <p>¿Cómo se reciben los pedidos?</p>	<p>¿Cómo se toman las decisiones de contratación para los pedidos?</p> <p>¿Qué sucede cuando no hay inventario disponible para cumplir un pedido?</p>	<p>¿Cuáles son las medidas importantes del servicio al cliente?</p> <p>¿Cómo se miden?</p> <p>¿Cuál es el nivel de desempeño actual?</p>
Administración de materiales	<p>¿Cuál es el flujo actual de materiales por las plantas y almacenes?</p> <p>¿Cuáles procesos se realizan en cada lugar de manufactura y almacén?</p>	<p>¿Cómo se toman las decisiones de asignación de la capacidad para la manufactura y el almacenamiento?</p> <p>¿Cómo se toman las decisiones de planificación y programación de la producción?</p>	<p>¿Cuáles son las limitaciones principales de la capacidad de manufactura y almacenamiento?</p> <p>¿Cuáles son las medidas principales del desempeño de la administración de materiales?</p> <p>¿Cómo se miden?</p> <p>¿Cuál es el nivel de desempeño actual?</p>
Transporte	<p>¿Cuáles modos se utilizan en la actualidad?</p> <p>¿Cuál es el perfil de ponderación de los pedidos y los embarques y en qué son diferentes?</p> <p>¿Cuál es el flujo para solicitar, pagar e intercambiar información con los transportistas?</p> <p>¿Cuál es el flujo de información para la documentación de un embarque?</p>	<p>¿Cómo se toman las decisiones del modo y el transportista para cada embarque?</p> <p>¿Cómo se evalúan los transportistas?</p>	<p>¿Cuáles son las medidas principales del desempeño del transporte?</p> <p>¿Cómo se miden?</p> <p>¿Cuál es el nivel de desempeño actual?</p> <p>¿Cuáles son las características del desempeño económico relativo de cada modo y transportista?</p>
Almacenamiento	<p>¿Cuáles instalaciones de almacenamiento y manejo se utilizan en este momento y cuáles funciones realizan?</p> <p>¿Cuáles líneas de productos se conservan en cada instalación?</p> <p>¿Cuáles son las funciones de almacenamiento, manejo y otras de valor agregado que se efectúan o pueden realizarse en cada instalación?</p>	<p>¿Cómo se toman las decisiones de consolidación de embarques en cada instalación?</p> <p>¿Cuáles decisiones toman quienes manejan los materiales y cómo las toman?</p> <p>¿Cómo se guarda el producto en la instalación y cómo se toman las decisiones de selección de productos?</p>	<p>¿Cuál es el volumen de producción y de almacenamiento de cada instalación?</p> <p>¿Cuáles son las medidas de desempeño principales del almacén?</p> <p>¿Cómo se miden?</p> <p>¿Cuál es el nivel de desempeño actual?</p> <p>¿Cuáles son las características del desempeño económico relativo de cada instalación?</p>
Inventario	<p>¿Cuáles funciones de valor agregado desempeñan las existencias actuales del inventario?</p>	<p>¿Cómo se toman las decisiones de administración del inventario?</p> <p>¿Quién las toman y qué información se utiliza para apoyar las decisiones?</p>	<p>¿Cuál es el costo corporativo de mantener el inventario?</p> <p>¿Cuáles son las medidas principales del desempeño del inventario?</p> <p>¿Cómo se miden?</p> <p>¿Cuál es el nivel de desempeño actual?</p>

La valoración de la tecnología se concentra en la aplicación y las capacidades de las principales tecnologías logísticas, entre ellas el transporte, el almacenamiento, el manejo de materiales, el empacado y el procesamiento de información. Esta valoración considera la capacidad de la empresa en términos de la tecnología actual, al igual que la posibilidad de aplicar tecnologías nuevas. Por ejemplo, ¿las capacidades avanzadas de manejo de materiales que ofrecen los proveedores de servicios integrados pueden mejorar el desempeño logístico? ¿Cuál es la función de los sistemas avanzados de tecnología de la información, comunicaciones y apoyo de decisiones en la habilitación de las capacidades reactivas de la logística? Por último, ¿cómo contribuyen las tecnologías de comunicación inalámbrica, RFID, satelital, de identificación, entre otras, para

TABLA 14.2 Temas comunes de la valoración del mercado

	Tendencias del mercado	Capacidades de la empresa	Capacidades competitivas
Proveedores	<p>¿Cuáles servicios de valor agregado proporcionan los proveedores?</p> <p>¿Cuáles son los atascos principales con los proveedores actuales?</p>	<p>¿Cuáles son las oportunidades para realizar de manera interna o contratada los servicios de valor agregado?</p> <p>¿Cómo se pueden modificar los procesos para reducir los atascos?</p>	<p>¿Cuáles acciones realizan los consumidores para refinar el producto y el flujo de información con los proveedores?</p> <p>¿Cuáles son los puntos de referencia competitivos en términos de número de proveedores, características del costo y medidas del desempeño?</p>
Clientes	<p>¿Cuáles son las restricciones y los atascos principales al dar servicio a los clientes importantes?</p> <p>¿Cómo afectan los costos estas restricciones y atascos?</p> <p>¿Cómo cambian los esquemas de realización de pedidos de los clientes?</p> <p>¿Cuáles son los criterios primordiales de los clientes?</p>	<p>¿Cuáles funciones o actividades se pueden cambiar de o a los clientes para destacar el desempeño del sistema logístico?</p> <p>¿Cómo evalúan los clientes nuestro desempeño en sus principales criterios de medición?</p>	<p>¿Cuáles servicios proporcionan los competidores a nuestros clientes?</p> <p>¿Cómo realizan los competidores las mediciones principales del desempeño identificadas por los clientes?</p>
Consumidores	<p>¿Cómo cambian los esquemas de compra de los clientes con respecto a las ubicaciones, los tiempos y los criterios de selección?</p> <p>¿Cuáles son las tendencias de los consumidores con respecto a actividades logísticas como las cantidades de compra, el empacado, la entrega a domicilio y la calidad del producto?</p>	<p>¿Cómo podemos responder a los cambios en los esquemas de compra y los criterios de selección de los consumidores?</p>	<p>¿Cómo responden nuestros competidores a los cambios en los esquemas de compra y los criterios de selección de los consumidores?</p>

mejorar la capacidad logística del sistema? El objetivo de la valoración tecnológica es identificar los avances que facilitan las soluciones intermedias eficaces con otros recursos logísticos como el transporte o el inventario. La tabla 14.3 ilustra los temas normales de la valoración tecnológica a través de las funciones logísticas seleccionadas. Dicha valoración debe completarse con respecto a cada componente del sistema logístico, al igual que desde la perspectiva de la integración general.

Lógica de apoyo

La segunda tarea de la valoración de la factibilidad es el desarrollo de una lógica de apoyo para integrar los hallazgos de la revisión interna, la valoración del mercado y el estudio de la tecnología. El desarrollo de la lógica de apoyo suele constituir la parte más difícil del proceso de planificación estratégica. El propósito del análisis situacional es proporcionar a la alta dirección la mejor visión posible de las fortalezas y debilidades de las capacidades del sistema logístico existente para los requerimientos logísticos actuales y posibles en el futuro. El desarrollo de la lógica de apoyo se basa en esta revisión pormenorizada en tres maneras.

Primero, debe identificar la propuesta de valor para justificar la investigación y el análisis detallados. En este sentido, el desarrollo de la lógica de apoyo obliga a una visión crítica de las oportunidades de mejoramiento posibles, entre ellas determinar si la justificación costo/beneficio representa un planteamiento empresarial sólido. El desarrollo de la lógica de apoyo utiliza principios logísticos como el principio de la disminución, el de la acumulación del inventario y el del costo total conseguido, analizados en capítulos anteriores, con el fin de determinar la factibilidad

TABLA 14.3 Temas normales de valoración tecnológica

	Tecnología actual	Tecnología más reciente
Predicción	¿Cuáles son las tecnologías actuales para recopilar, conservar y desarrollar predicciones?	¿Cómo desarrollan sus predicciones las mejores empresas?
Introducción del pedido	¿Cuáles tecnologías para introducción de pedidos se utilizan en la actualidad? ¿Cuál tecnología de introducción de pedidos requieren los clientes?	¿Cómo realizan la introducción de pedidos las mejores empresas? ¿Cuáles tecnologías nuevas están disponibles para mejorar la eficacia de la introducción de pedidos?
Procesamiento del pedido	¿Cuál es el proceso para asignar el inventario disponible a los pedidos de los clientes? ¿Cuáles son las limitaciones del método actual?	¿Cómo realizan el procesamiento de pedidos las mejores empresas? ¿Cuáles tecnologías nuevas (hardware y software) están disponibles para mejorar la eficacia del procesamiento de pedidos?
Planificación de los requerimientos	¿Cuáles procesos de decisiones se utilizan para determinar los requerimientos de la producción y de la distribución del inventario? ¿Cómo se apoyan estos procesos mediante la información actual y los apoyos para decisiones?	¿Cómo toman las decisiones de producción y planificación del inventario las mejores empresas? ¿Cuáles tecnologías nuevas están disponibles para mejorar la eficacia de la planificación de los requerimientos?
Facturación y EDI	¿Cómo se transmiten en la actualidad las facturas, las consultas, las notificaciones avanzadas de embarque y los pagos?	¿Cómo emplean la EDI las mejores empresas? ¿Cuáles nuevas tecnologías de comunicaciones e intercambio de datos están disponibles para mejorar la facturación y otras formas de comunicación con el cliente?
Operaciones del almacén	¿Cómo se toman las decisiones de programación y del personal del almacén? ¿Cómo se proporcionan a los supervisores y a quienes manejan material las instrucciones operativas del almacenamiento? ¿Cómo dan seguimiento los supervisores y quienes manejan materiales en el almacén a las actividades y el desempeño?	¿Cómo utilizan las tecnologías de información y de manejo de materiales en el almacén las mejores empresas? ¿Cuáles nuevas tecnologías de la información en el manejo de materiales están disponibles para mejorar la eficacia operativa del almacén?
Transporte	¿Cómo se toman las decisiones de consolidación, itinerarios y programación del transporte? ¿Cómo se desarrolla y comunica la documentación del transporte a los transportistas y los clientes? ¿Cómo se determinan, valoran y vigilan los costos del transporte? ¿Cuáles tecnologías de empacado y carga se utilizan?	¿Cómo emplean las mejores empresas las tecnologías de la información, de empacado y de carga con los transportistas? ¿Cuáles nuevas tecnologías de información, empacado, carga y comunicación están disponibles para mejorar la eficacia operativa del transporte?
Apoyo de decisiones	¿Cómo se toman las decisiones de planificación logística, táctica y estratégica? ¿Cuál información se utiliza y cuál análisis se completa?	¿Cómo toman decisiones tácticas o estratégicas similares las mejores compañías? ¿Cuáles tecnologías de información y evaluación están disponibles para mejorar la eficacia de las decisiones?

de efectuar un análisis detallado para cuantificar los beneficios potenciales. Aunque la realización de las tareas restantes en el proceso de planificación administrativa no compromete a una empresa a implementar (o ni siquiera garantiza) un mejor diseño del sistema logístico, al desarrollar la lógica de apoyo es necesario identificar con claridad los beneficios y los riesgos potenciales asociados con el cambio.

Segundo, el desarrollo de la lógica de apoyo evalúa de manera crítica los procedimientos y las prácticas actuales, con base en un análisis pormenorizado de los hechos para eliminar tendencias de percepción. La identificación de las áreas con posibilidades de mejoramiento, al igual que aquéllas donde las operaciones son satisfactorias, forma la base para determinar la necesidad de un cambio estratégico. Por ejemplo, puede ser evidente que un inventario excesivo o unidades de existencias obsoletas representen un problema serio y existan posibilidades significativas para re-

ducir el costo y mejorar el servicio. Aunque el proceso de valoración suele confirmar que muchos aspectos del sistema existente son más correctos que incorrectos, las decisiones para considerar un cambio deben basarse en la mejora potencial. Si la lógica de apoyo confirma el número y la ubicación actuales de los almacenes, el análisis posterior se puede concentrar en optimizar los niveles del inventario sin un riesgo serio de suboptimización. Algo que se puede obtener de este proceso de evaluación es una clasificación de los problemas de planificación y evaluación priorizados en categorías primarias y secundarias a través de horizontes de planificación de corto y largo plazos.

Tercero, el proceso para desarrollar una lógica de apoyo debe incluir afirmaciones definidas de las alternativas de rediseño posibles. Una declaración debe incluir: 1) una definición de los procedimientos y sistemas actuales, 2) una identificación de las alternativas más probables del diseño del sistema, basada en las prácticas competitivas principales en la industria y las teorías predominantes de la logística integrada, y 3) una sugerencia de métodos innovadores basados en las teorías y tecnologías nuevas. Las alternativas deben desafiar las rutinas existentes, pero también deben ser prácticas. Entre más tiempo transcurra para hacer un proyecto de rediseño que vuelva a evaluar los procedimientos y los diseños actuales, más importante es identificar una diversidad de opciones para considerar. Por ejemplo, la evaluación del sistema logístico total o de la estructura de la cadena de suministro debe considerar una variedad más amplia de opciones si se hace cada cinco años que si se realiza cada dos años.

En este punto del proceso de planificación y diseño, vale la pena el esfuerzo de desarrollar fluogramas y/o resúmenes que ilustren los conceptos básicos y la justificación asociada con cada alternativa. Los ejemplos deben encuadrar las oportunidades para prácticas logísticas flexibles y resumir con claridad los requerimientos del flujo de información y de valor agregado, al igual que proporcionar un panorama pormenorizado de las opciones. Algunas prácticas logísticas refinadas o divididas son difíciles de ilustrar en un solo diagrama de flujo. Por ejemplo, las variaciones regionales, las variaciones en la mezcla de productos y las políticas de embarques diferenciales son difíciles de representar, aunque forman la base de las alternativas de diseño. Cuando se proponen estrategias divididas, es más fácil representar cada opción de manera independiente.

Un procedimiento recomendado requiere que el administrador responsable de evaluar la estrategia logística desarrolle una declaración y una justificación lógica de los beneficios potenciales. Mediante los conceptos de atención al cliente (capítulo 3), y la lógica y la metodología de la integración logística (capítulo 13), el administrador responsable debe documentar y justificar las modificaciones de la estrategia más atractiva.

Estimado de costo/beneficio

La tarea final de la valoración de la factibilidad, el estimado de costo/beneficio, es un estimado de los beneficios posibles y los riesgos asociados con efectuar un análisis logístico e implementar las recomendaciones. Deben establecerse categorías de los beneficios en términos de mejoramientos del servicio, reducción del costo y prevención de costos. Las categorías no son mutuamente excluyentes, dado que una estrategia logística ideal puede incluir al mismo tiempo cierto grado de los tres beneficios. El riesgo representa la posible desventaja relacionada con los cambios propuestos. El mejoramiento del servicio incluye un estimado del impacto de una mejor disponibilidad, calidad o capacidad. Un mejor servicio aumenta la lealtad de los clientes existentes y también atrae negocios nuevos.

Los beneficios de la reducción del costo se observan en dos modos. Primero, pueden ocurrir beneficios como resultado de una reducción única en los recursos financieros administrativos requeridos para apoyar y operar el sistema logístico. Por ejemplo, el rediseño logístico puede permitir vender almacenes, equipo de manejo de materiales o sistemas de tecnología de la información. Las reducciones en el capital desplegado para el inventario y otros activos relacionados con la logística mejoran significativamente el desempeño de una empresa si se eliminan los costos vigentes y se genera una circulación libre del efectivo. Segundo, las reducciones en el costo se encuentran en la forma de menos gastos en efectivo o variables. Por ejemplo, las tecnologías nuevas para manejo de materiales y procesamiento de la información suelen reducir el costo variable al permitir un procesamiento y operaciones más eficientes.

La prevención del costo ayuda a eliminar la participación en programas y operaciones que experimentan aumentos en el costo. Por ejemplo, muchas actualizaciones en tecnología de manejo de materiales y de tecnología de información se justifican, cuando menos parcialmente, a través de análisis financieros relacionados con las implicaciones de los niveles de disponibilidad y salarios de la mano de obra futura. Por supuesto, cualquier justificación para evitar costos se basa en un estimado de las condiciones futuras y, por lo tanto, puede contener cierto grado de error. Aunque el rediseño de un sistema logístico no se puede aprobar por completo con base en la prevención de un costo debido a dicha incertidumbre, todavía es importante considerar estas medidas de preventión.

No existen reglas para determinar cuándo una situación de planificación ofrece una posibilidad adecuada de costo/beneficio para justificar un análisis detallado. Lo ideal es que debe efectuarse cierta revisión de manera continua a intervalos especificados con regularidad para asegurar la viabilidad de las operaciones logísticas actuales y futuras. En el análisis final, la decisión para efectuar una planificación a profundidad dependerá de cuán convincente es la lógica de apoyo, cuán verosímiles son los beneficios estimados y si éstos ofrecen un retorno sobre la inversión suficiente para justificar el cambio organizacional y operativo. Estos beneficios potenciales deben compararse contra el costo en efectivo requerido para completar el proceso.

Aunque no son siempre la meta de un proyecto de planificación y diseño, las oportunidades de mejoramiento inmediato a menudo son posibles. La captura rápida de “un fruto maduro” puede con frecuencia aumentar los ingresos o disminuir el costo lo suficiente para justificar el resto de un análisis. Cuando el equipo del proyecto identifica estas oportunidades, el ejecutivo responsable debe evaluar cada oportunidad para compensar el retorno rápido en términos del riesgo de la implementación.

Planificación de un proyecto

Ésta es la segunda actividad de la fase I. La complejidad del sistema logístico requiere que cualquier esfuerzo por identificar y evaluar las alternativas estratégicas o tácticas sea evaluado minuciosamente con el fin de que proporcione una base sólida para implementar el cambio. La planificación de un proyecto implica estas tareas específicas: la declaración de los objetivos, la declaración de las restricciones, los estándares de medición, la lógica de las suposiciones, las técnicas de análisis y el plan de trabajo del proyecto.

Declaración de los objetivos

La declaración de los objetivos documenta las expectativas de costo y servicio para las revisiones del sistema logístico. Es esencial que se declaren de manera específica y en términos de factores que se puedan medir. Los objetivos definen los segmentos del mercado o la industria, el marco de tiempo para el cambio y las expectativas específicas del desempeño. Estos requerimientos suelen definir las metas específicas que busca alcanzar la administración. Por ejemplo, lo siguiente sugiere una combinación de objetivos que se pueden medir y que sirven para guiar un análisis logístico:

- A. Proporcionar a los 100 clientes más rentables un desempeño perfecto en todos los pedidos.
- B. Para todos los otros clientes proporcionar el desempeño siguiente:
 1. Disponibilidad del inventario:
 - 99% para la categoría de productos A.
 - 95% para la categoría de productos B.
 - 90% para la categoría de productos C.
 2. La entrega solicitada de 98% de todos los pedidos en un máximo de 48 horas después de la realización del pedido.
 3. Minimizar los embarques a los clientes desde almacenes secundarios.
 4. Cumplir los pedidos con mercancías combinadas sin que sea necesario volver a solicitarlas en un mínimo de 85% de todos los pedidos.
 5. Retener los pedidos por un máximo de cinco días.

La definición específica de estos objetivos dirige los esfuerzos de rediseño del sistema para lograr niveles explícitos de desempeño en el servicio al cliente. Después se determina el costo total del sistema para cumplir los objetivos de servicio mediante un método analítico adecuado, tal como se explica más adelante en este capítulo. En la medida en que el costo logístico total no caiga dentro de las expectativas de la administración, se pueden probar niveles alternos del desempeño del servicio al cliente mediante la utilización de un análisis de sensibilidad para determinar el impacto en el costo logístico general.

O bien, los objetivos de desempeño pueden establecer restricciones del costo total máximo y después se diseña un sistema que logre el nivel máximo de servicio al cliente asequible dentro de un presupuesto logístico aceptable. Dichas soluciones dirigidas por el costo son prácticas porque garantizan que las recomendaciones sean convenientes dentro de rangos aceptables del presupuesto. Esas soluciones de diseño limitadas por el costo no son sensibles a los impulsores orientados al servicio.

Declaración de las restricciones

La segunda consideración de la planificación de un proyecto tiene que ver con las restricciones de diseño. Con base en el análisis situacional, se espera que la administración superior aplique algunas restricciones acerca del alcance de las modificaciones permisibles en el sistema. La naturaleza de tales restricciones depende de las circunstancias específicas de las empresas individuales. Sin embargo, se ofrecen dos ejemplos comunes para ilustrar el modo en que las restricciones afectan el proceso general de planificación.

Una restricción común para el diseño de un sistema de red de almacenes se relaciona con las instalaciones de manufactura existentes y su surtido de mezcla de productos. Para simplificar el estudio, la administración suele mantener constantes las instalaciones de manufactura existentes y la mezcla de productos durante el rediseño de un sistema logístico. Tales restricciones se justifican con base en las enormes inversiones financieras en las instalaciones de manufactura existentes y la capacidad de la organización para absorber el cambio.

Un segundo ejemplo de las restricciones es acerca de las actividades de atención al cliente en divisiones separadas. En las empresas con un esquema tradicional de responsabilidad descentralizada de las ganancias, la administración puede elegir incluir algunas divisiones en el sistema logístico centralizado al mismo tiempo que omite otras. Por lo tanto, la administración identifica algunas divisiones como candidatas para el cambio, mientras que determina que otras no lo son.

Todas las restricciones de diseño sirven para limitar el alcance del análisis. Sin embargo, como afirmó un ejecutivo, “¿por qué estudiar cosas con las que no hemos considerado hacer algo?”. A menos que exista una oportunidad razonable de que la administración se incline a aceptar recomendaciones para modificar de manera significativa la estrategia o las operaciones logísticas, es mejor considerar sus limitaciones como una restricción del estudio.

El propósito de desarrollar una declaración de las restricciones es tener un punto inicial bien definido y una perspectiva general para el esfuerzo de planificación. Si se utilizan técnicas de análisis cuantitativas, las restricciones principales pueden considerarse después. En contraste con la valoración de la situación analizada antes, la declaración de las restricciones define los elementos organizacionales, los edificios, los sistemas, las prácticas y/o los procedimientos específicos que se deben conservar del sistema logístico existente.

Estándares de medición y lógica de las suposiciones

La valoración de la factibilidad suele resaltar una necesidad central para el desarrollo de estándares de medición. Tales estándares dirigen el análisis al identificar las suposiciones del costo y los objetivos de desempeño esenciales para evaluar las recomendaciones. La administración debe estipular los estándares de medición y los objetivos como un prerequisito para la formulación de un plan. Es importante que los estándares reflejen de manera adecuada el desempeño total del sistema, en vez de que se concentren de manera limitada e insuficiente en las funciones logísticas. Una vez formulados, es necesario vigilar y dar seguimiento a dichos estándares durante el desarrollo del sistema, para medir el impacto del cambio. Aunque existe bastante discreción administrativa en la formulación de los estándares, debe tenerse cuidado de no diluir la validez del análisis y los resultados posteriores al establecer metas poco prácticas o que cambien constantemente.

Un requerimiento importante es establecer una lista de las suposiciones que proporcionan la lógica que apoya los estándares. Estas suposiciones deben ser aprobadas por la alta dirección ya que pueden moldear de manera significativa los resultados del plan estratégico. Por ejemplo, una variación relativamente pequeña en el costo estándar y en el procedimiento para evaluar el inventario puede crear variaciones importantes en el plan estratégico resultante.²

Los estándares de medición deben incluir definiciones de cómo se cuantifican los componentes del costo como el transporte, el inventario y el procesamiento de pedidos, e incluir referencias detalladas a la contabilidad financiera. Los estándares también deben incluir la especificación de las medidas relevantes del servicio al cliente y el método de cálculo.

Plan de trabajo del proyecto

Con base en la valoración de la factibilidad, los objetivos, las restricciones, los estándares y las técnicas de análisis, se desarrolla un plan de trabajo del proyecto y se identifican los recursos y el tiempo requeridos para su terminación. Las alternativas y las oportunidades especificadas durante la valoración de la factibilidad aportan la base para determinar el alcance del estudio. A su vez, el alcance determina el tiempo requerido para completar el estudio.

El encargado de la gestión y administración del proyecto es responsable del logro de los resultados esperados dentro de las restricciones de tiempo y de presupuesto. Uno de los errores más comunes en la planificación estratégica es subestimar el tiempo requerido para completar una tarea específica. Un procesamiento excesivo aumenta los gastos financieros y reduce la credibilidad de un proyecto. Por suerte, existen muchos paquetes de administración de proyectos para computadoras que ayudan a estructurarlos, guían la asignación de los recursos y miden el progreso. Tales metodologías identifican lo que se puede conseguir y las relaciones entre las tareas.³

Fase II: recopilación y análisis de datos

Una vez completados la valoración de la factibilidad y el plan del proyecto, la fase II de un estudio de diseño se concentra en la recopilación y el análisis de datos. Esta fase requiere la definición de las suposiciones, la recopilación de datos y el análisis de las alternativas.

Recopilación de suposiciones y de datos

Esta actividad extiende la valoración de la factibilidad y el plan del proyecto al desarrollar suposiciones de planificación detalladas y al identificar los requerimientos de recopilación de datos mediante: 1) la definición de los métodos y las técnicas del análisis, 2) la definición y la revisión de las suposiciones, 3) la identificación de las fuentes de datos, 4) la recopilación de datos, y 5) la recopilación de datos para la validación.

Definición de los métodos y las técnicas del análisis

Una tarea inicial de la fase II es determinar la técnica de análisis adecuada para la situación de planificación que se considera. Aunque hay una amplia variedad de opciones, las técnicas más comunes son las analíticas, la simulación y la optimización. Un método analítico emplea herramientas numéricas, como una hoja de cálculo, para evaluar cada alternativa logística. Un ejemplo común de un método analítico es determinar las soluciones intermedias del inventario/servicio mediante las fórmulas analizadas en el capítulo 6. La disponibilidad y la capacidad de las hojas de cálculo han aumentado el uso de las herramientas analíticas en el análisis logístico.

Un método de simulación se asemeja a un laboratorio para probar las alternativas logísticas de la cadena de suministro. La simulación se usa muy a menudo, sobre todo cuando existe bastante incertidumbre. El ambiente de prueba puede ser físico, como un sistema modelo de manejo de materiales que ilustra físicamente el flujo de un producto en un ambiente a escala menor; o numérico, como un modelo de computadora. El software actual hace de la simulación uno de los métodos con

²Para un análisis más detallado de la medición, consulte Patrick M. Byrne y William J. Markham, *Improving Quality and Productivity in the Logistics Process*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1991, cap. 10.

³Un ejemplo de software de planificación es *Microsoft Project* (Redmond, WA).

un costo atractivo para evaluar alternativas logísticas dinámicas.⁴ Por ejemplo, una simulación en computadora puede modelar los flujos, los niveles de las actividades y las características de desempeño. Muchas simulaciones pueden ilustrar de manera gráfica las características de un sistema. Por ejemplo, se utilizan la simulación dinámica de una cadena de suministro para ejemplificar las soluciones intermedias entre una estrategia de asignación del inventario y el desempeño de la cadena de suministro.⁵

La optimización emplea programación lineal o matemática para evaluar las alternativas y seleccionar el mejor diseño o alternativa bajo consideración. Aunque la optimización tiene el beneficio de poder identificar la mejor opción, el alcance de las simulaciones suele ser menor que las aplicaciones normales de simulación.

Definición y revisión de las suposiciones

La definición y la revisión de las suposiciones se basan en el análisis situacional, los objetivos del proyecto, las restricciones y los estándares de medición. Para la planificación, las suposiciones definen las características operativas importantes, las variables, así como las economías de los sistemas actual y alterno. Aunque el formato será diferente en cada proyecto, las suposiciones suelen caer en tres clases: 1) suposiciones empresariales, 2) suposiciones de administración, y 3) suposiciones del análisis.

Las suposiciones empresariales definen las características del ambiente empresarial general, entre ellas el mercado, los clientes, y las tendencias de los productos relevantes y las acciones competitivas. Las suposiciones definen el ambiente amplio dentro del cual debe operar un plan logístico alterno. Por lo general, no está dentro de la capacidad de la empresa modificar las suposiciones empresariales.

Las suposiciones de administración definen las características físicas y económicas del ambiente logístico actual o alterno y por lo general la administración puede cambiarlas o refinarlas. Las suposiciones de administración normales son las ubicaciones alternas de los almacenes bajo consideración, las disposiciones de los modos de transporte y su propiedad, los procesos logísticos, y el costo fijo y variable.

Las suposiciones del análisis definen las restricciones y las limitaciones requeridas para ajustar el problema a la técnica del análisis. Estas suposiciones se suelen concentrar en el tamaño del problema, el grado de detalle del análisis y la metodología de solución. La tabla 14.4 ofrece descripciones más detalladas para cada categoría de suposiciones.

Identificación de las fuentes de datos

En la práctica real, el proceso de recopilación de datos comienza con una valoración de la factibilidad. Además, se requiere una especificación bastante detallada de los datos para formular o ajustar la técnica analítica deseada. Sin embargo, en este punto del proceso de planificación, deben recolectarse y organizarse datos para apoyar el análisis. Para las situaciones en donde los datos son muy difíciles de recopilar o cuando se desconoce el nivel de precisión necesario, se utiliza un análisis de sensibilidad para identificar el impacto de los datos. Por ejemplo, puede efectuarse un análisis inicial que utilice los costos estimados del transporte con regresiones basadas en la distancia. Si el análisis indica que la mejor respuesta es muy sensible a las tarifas reales del flete, se requiere un esfuerzo adicional para obtener tarifas del transporte más precisas de las cotizaciones de los transportistas. Una vez que una técnica se vuelve operativa, el análisis de sensibilidad sirve para identificar los conductores principales de la solución. Cuando se identifican estos conductores de la sensibilidad, como el gasto del transporte hacia el exterior, el esfuerzo adicional se dirige a aumentar la exactitud de la duplicación del transporte.

⁴Para un análisis pormenorizado de las alternativas de simulación, consulte James J. Swain, "Flexible Tools for Modeling", *OR/MS Today*, diciembre de 1993, pp. 62-78; y John D. Sterman, *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Burr Ridge: IL; McGraw-Hill, 2000.

⁵Para una herramienta general de modelado por simulación que incorpore imágenes, consulte W. David Kelton, Randall P. Sadowski y David T. Sturrock, *Simulation with Arena*, 3a. ed., Nueva York: McGraw-Hill, 2004. Para una herramienta más especializada de modelado de procesos empresariales consulte IBM WBI Workbench (Armonk, NY: International Business Machines, 2003).

TABLA 14.4
Elementos de las categorías de suposiciones

Clases/categorías de suposiciones	Descripción
Suposiciones empresariales	
Alcance	La definición de las unidades empresariales y las líneas de productos que se van a incluir.
Alternativas	El rango de opciones que se pueden considerar.
Tendencias del mercado	La naturaleza y la magnitud del cambio en las preferencias del mercado y los esquemas de compras.
Tendencias del producto	La naturaleza y la magnitud del cambio en los esquemas de compras del producto, sobre todo con respecto al tamaño del empaque y el empacado.
Acciones competitivas	Las fortalezas, debilidades y estrategias logísticas competitivas.
Suposiciones de la administración	
Mercados	Los esquemas de la demanda por área del mercado, producto y tamaño de embarque.
Instalaciones de distribución	Las ubicaciones, las políticas operativas, las características económicas y el historial de desempeño de las instalaciones de distribución actuales y potenciales.
Transporte	Las tarifas del transporte para el movimiento entre las instalaciones de distribución potenciales y existentes, y los clientes.
Inventario	Los niveles del inventario y las políticas operativas para cada instalación de distribución.
Suposiciones del análisis	
Grupos de productos	La información detallada del producto acumulada para que quede dentro del alcance de la técnica de análisis.
Áreas del mercado	La demanda de los clientes agrupada por área del mercado acumulada para que quede dentro del alcance de la técnica de análisis.

La primera categoría de datos importantes son las ventas y los pedidos de los clientes. Para determinar los niveles de volumen y actividad logísticos, se requiere el pronóstico de las ventas anuales y el porcentaje de ventas mensuales, al igual que los esquemas de temporalidad. También es necesario contar con muestras históricas de las facturas de los clientes para determinar los esquemas de embarque por mercado y por tamaño de embarque. La combinación de las medidas de la demanda y los perfiles de embarque caracterizan los requerimientos logísticos que deben cumplirse.

También se requieren datos específicos de los clientes para agregar una dimensión espacial a un análisis logístico. Esta dimensión refleja el hecho de que la logística eficaz para los clientes principales debe cuantificar el costo y el tiempo asociados para entregar en lugares precisos. En el análisis general, los clientes y los mercados se suelen agregar por ubicación, tipo, tamaño, frecuencia de pedidos y tasa de crecimiento, para reducir la complejidad del análisis. Sin embargo, tal agregación normalmente no es satisfactoria para evaluar la capacidad de servicio para los clientes importantes.

Para el análisis logístico de la cadena de suministro, es necesario identificar y dar seguimiento a los costos asociados con la manufactura y las compras. Aunque las ubicaciones de las instalaciones de manufactura no sean un componente variable en el diseño de un sistema logístico, suele ser necesario considerar el número y la ubicación de las instalaciones, la mezcla de productos, los programas de producción y la temporalidad. Deben identificarse las políticas y los costos asociados con la transferencia del inventario, la repetición de pedidos y el procesamiento en las instalaciones. En particular, son elementos importantes las reglas de control del inventario y los procedimientos de asignación de productos. Por último, para cada almacén actual y potencial, es necesario establecer los costos operativos, las capacidades, la mezcla de productos, los niveles de almacenamiento y las capacidades de servicio.

Los requerimientos de datos de transporte son el número y el tipo de modos utilizados, los criterios de selección de los modos, las tarifas y los tiempos de tránsito, las reglas de embarque y las políticas. Si se incluye el transporte privado en el análisis, se requiere información acerca de la flotilla privada.

El análisis anterior ofrece cierta perspectiva en relación con los datos necesarios para evaluar una red logística. La justificación principal para poner el proceso formal de recopilación de datos después de la selección de la técnica de análisis es que los datos coincidan con los requerimientos de la técnica de análisis.

También es útil documentar los diseños y los flujos de un sistema logístico competitivo para proporcionar información acerca de las estrategias y capacidades de los competidores. En casi todos los casos, esta información se obtiene con facilidad de material publicado, de los informes anuales y del conocimiento general de los ejecutivos de la compañía. El propósito principal al recopilar tales datos es ofrecer puntos de referencia competitivos que comparan la capacidad de servicio al cliente, las redes de instalaciones y la capacidad operativa.

Recopilación de datos

Una vez identificadas las fuentes de datos alternas, comienza el proceso de recopilación de datos. El proceso incluye la integración y la conversión de los datos requeridos a los formatos adecuados para la herramienta de análisis. Ésta suele ser una tarea tediosa y que consume tiempo, de modo que son probables los errores. Entre los errores posibles está el recopilar datos de un periodo no representativo e inspeccionar datos que no reflejan los componentes principales de la actividad logística, como el volumen recogido por el cliente. Por esta razón, el proceso de recopilación de datos debe documentarse con atención para que ayude a identificar los errores que puedan reducir la exactitud del análisis y para determinar los cambios necesarios con el fin de lograr una precisión aceptable.

Datos de validación

Además de recopilar datos para apoyar el análisis alterno, también deben recopilarse datos básicos o de validación para verificar que los resultados reflejen la realidad con precisión. La pregunta específica es acerca de si el método analítico elegido duplica con precisión las prácticas logísticas históricas. El objetivo de la validación es aumentar la credibilidad ante la administración acerca del proceso analítico. Si el proceso no produce resultados verosímiles, la administración tendrá poca confianza en los resultados del análisis y las recomendaciones correspondientes.

Análisis

El análisis implica la utilización de la técnica y los datos para evaluar las alternativas logísticas estratégicas y tácticas. El proceso de análisis incluye: 1) las preguntas del análisis, 2) la validación del análisis de la línea base, 3) los análisis de las alternativas, y 4) el análisis de sensibilidad.

Preguntas del análisis

La primera tarea define las preguntas específicas del análisis acerca de las alternativas y el rango de incertidumbre aceptable. Las preguntas específicas se basan en los objetivos y las restricciones de la investigación al identificar las políticas y los parámetros operativos específicos. Por ejemplo, las preguntas para el análisis de la ubicación de un almacén deben identificar las combinaciones de ubicaciones específicas que se van a evaluar. En el caso de un análisis del inventario, las preguntas se concentran en los niveles alternos de servicio y de incertidumbre.

Suponga que un esfuerzo de planificación estratégica se concentra en identificar una red de almacenes para atender el mercado local de Estados Unidos. Suponga que la red actual emplea cuatro almacenes ubicados en Newark, Nueva Jersey; Atlanta, Georgia; Chicago, Illinois; y Los Ángeles, California. La tabla 14.5 resume las características de volumen de embarque, costo y servicio del sistema existente. El volumen de embarque se define en términos del peso embarcado; el costo, en términos de los gastos de transporte y de mantener el inventario; y el nivel de servicio, en términos del porcentaje del volumen de ventas atendido desde el almacén en un tiempo de tránsito de dos días. Las preguntas probables para el análisis pueden ser: 1) ¿cuál es el impacto en

TABLA 14.5 Resumen del desempeño en la distribución

Centro de distribución	Volumen de embarque (miles de libras)	Transporte hacia el interior	Transporte hacia el exterior	Costo de mantener el inventario (\$)	Costo total
Newark	693 000	317 000	264 000	476 000	1 750 000
Atlanta	136 400	62 000	62 000	92 000	216 000
Chicago	455 540	208 000	284 000	303 000	795 000
Los Ángeles	10 020	5 000	5 000	6 000	16 000
Total	1 294 960	592 000	615 000	877 000	2 777 000

el desempeño si se cierra el almacén de Chicago?, 2) ¿cuál es el impacto en el desempeño de eliminar el almacén de Los Ángeles?, y 3) ¿cuál es el impacto en el desempeño de quitar el almacén de Atlanta?

Estas preguntas representan sólo algunas de las alternativas de análisis posibles. Otras pueden incluir menos o más ubicaciones de almacenes o una evaluación de almacenes diferentes. Es importante reconocer que se debe tener cuidado al definir las preguntas del análisis para poder evaluar una variedad amplia de opciones posibles, sin requerir una modificación del modelo que consuma tiempo o una recopilación de datos adicional.

Validación del análisis de la línea base

La segunda tarea implica un análisis de la línea base del ambiente logístico actual. Los resultados deben compararse con los datos de validación recolectados antes, para determinar el grado de ajuste entre los hallazgos históricos y analíticos. La comparación debe concentrarse en identificar las diferencias importantes y determinar las posibles fuentes de errores. Los errores potenciales pueden ser resultado de una introducción incorrecta o imprecisa de los datos, procedimientos de análisis inadecuados o imprecisos, o una validación de datos no representativos. Cuando se encuentran discrepancias, es necesario identificar y corregir los errores. En algunos casos, un error no puede corregirse pero puede explicarse de algún modo. Una vez eliminadas o explicadas las discrepancias dentro de $\pm 2\%$, la aplicación suele aceptarse como una representación válida.

Análisis de las alternativas

Una vez validado el método, el paso siguiente es completar una evaluación de las alternativas de diseño. El análisis debe determinar las características relevantes del desempeño para cada diseño o estrategia alternos. Las opciones deben cuantificar el impacto de los cambios en las políticas y las prácticas administrativas relacionadas con factores como el número de almacenes, el nivel objetivo del inventario o el perfil del tamaño del embarque en el transporte.

Análisis de sensibilidad

Una vez concluido este análisis, se determinan las mejores alternativas de desempeño mediante una evaluación adicional de la sensibilidad. Aquí se pueden variar los factores incontrolables, como la demanda, el factor de costos y las acciones competitivas, para valorar la posibilidad de cada alternativa para funcionar bajo diversas condiciones. Por ejemplo, suponga que el análisis alterno indica que cuatro almacenes proporcionan la solución intermedia ideal de costo/servicio para el área de mercado de la empresa suponiendo un nivel de demanda básico. El análisis de sensibilidad probaría la conveniencia de esta solución bajo escenarios alternos de demanda o costo. En otras palabras, ¿cuatro almacenes todavía serían una decisión correcta si la demanda aumentara o disminuyera 10%? Después, se utiliza el análisis de sensibilidad, junto con una valoración de las probabilidades de un escenario posible para identificar la mejor alternativa para cumplir las expectativas de la administración.

Fase III: recomendaciones e implementación

La fase III vuelve operativos los esfuerzos de planificación y diseño al hacer recomendaciones específicas a la administración y al desarrollar planes de implementación.

Recomendaciones

Para finalizar las recomendaciones administrativas, se revisan los resultados del análisis alterno y de sensibilidad. Este proceso de revisión incluye cuatro tareas: 1) la identificación de la mejor alternativa, 2) la estimación de costos y beneficios, 3) el desarrollo de una evaluación del riesgo, y 4) el desarrollo de una presentación.

Identificación de la mejor alternativa

Las alternativas y los análisis de sensibilidad deben identificar las mejores opciones a considerar para la implementación. Sin embargo, diversas alternativas suelen producir resultados similares o comparables. Es necesario comparar las características y las condiciones de desempeño de cada alternativa para identificar las dos o tres mejores opciones. Aunque el concepto de mejor puede tener diferentes interpretaciones, por lo general será la alternativa que cumpla los objetivos de servicio deseados con un costo total mínimo.

Estimación de costos y beneficios

En el análisis inicial de la planificación estratégica, se identificaron los beneficios potenciales como el mejoramiento del servicio, y la reducción y prevención de costos. Se observó que estos beneficios no son mutuamente excluyentes y que una estrategia sólida puede hacer realidad todos los beneficios al mismo tiempo. Al evaluar el potencial de una estrategia logística particular, para cada alternativa, debe efectuarse un análisis que compare las capacidades actuales de costo y servicio con las condiciones proyectadas. El análisis del costo/beneficio ideal compara las alternativas para un periodo base y después proyecta operaciones comparables a través de cierto horizonte de planificación. Después, se proyectan los beneficios con base en los ahorros de una sola vez generados del rediseño del sistema, al igual que en las economías operativas recurrentes.

Evaluación del riesgo

Un segundo tipo de justificación necesaria para apoyar las recomendaciones de la planificación estratégica es una valoración del riesgo implícito. Esto considera la probabilidad de que el ambiente de planificación coincida con las suposiciones. Además, evalúa los peligros potenciales relacionados con el cambio de sistema.

El riesgo relacionado con adoptar una alternativa específica se cuantifica mediante los análisis de sensibilidad. Por ejemplo, se pueden modificar las suposiciones y se determina el impacto resultante sobre el desempeño del sistema a través de las alternativas. Por ejemplo, se utiliza un análisis de sensibilidad para identificar el desempeño del sistema para diferentes suposiciones de demanda y costo. Si la alternativa seleccionada todavía es la mejor, aunque la demanda aumente o disminuya 20%, la administración puede concluir que existe poco riesgo asociado con errores moderados en el ambiente de la demanda. El resultado final de una valoración del riesgo proporciona una evaluación financiera del riesgo de disminución si no se concretan las suposiciones de la planificación.

Presentación

La tarea final es desarrollar una presentación administrativa que identifique, cuantifique y justifique los cambios sugeridos. La presentación y el informe respectivo deben identificar los cambios específicos operativos y estratégicos, proporcionar una razón cualitativa de por qué es adecuado tal cambio y después justificar de manera cuantitativa el cambio en términos de mejoramientos de servicio, gastos, utilización del activo y productividad. La presentación debe incorporar nume-

rosas imágenes, mapas y diagramas de flujo para ilustrar los cambios en las prácticas, la red de distribución y los flujos operativos de la logística.

Implementación

La implementación real del plan o el diseño es la actividad final del proceso. Es fundamental un plan de implementación adecuado porque su aplicación o el diseño es el único medio para obtener un retorno en el proceso de planificación. Aunque la implementación real puede requerir varios eventos, existen cuatro tareas amplias: la definición del plan de implementación, la programación de la implementación, la definición de los criterios de aceptación y la implementación del plan.

Definición del plan

La primera tarea define el plan de implementación en términos de los eventos individuales, su secuencia y las dependencias. Aunque el plan inicial puede estar en el nivel macro, debe terminar por refinarse con el fin de proporcionar una responsabilidad individual de las tareas. Las dependencias del plan identifican las relaciones entre los eventos y, por lo tanto, definen la secuencia de culminación.

Programación

La segunda tarea programa la implementación y las fases de las tareas identificadas antes. El programa debe permitir un tiempo adecuado para adquirir las instalaciones y el equipo, negociar los acuerdos, desarrollar los procedimientos y capacitar. Lo ideal es que el programa de implementación emplee una de las herramientas de software de programación analizadas antes.

Aceptación

La tercera tarea define los criterios de aceptación para evaluar el éxito del plan. Los criterios de aceptación deben concentrarse en los mejoramientos del servicio, la reducción del costo, la mejor utilización del activo y una mayor calidad. Si el punto principal es el servicio, los criterios de aceptación deben identificar los componentes detallados, como una mejor disponibilidad del producto o una reducción en el tiempo del ciclo de desempeño. Si el punto principal es el costo, los criterios de aceptación deben definir los cambios positivos y negativos esperados en todas las categorías de costos afectadas. Es importante que los criterios de aceptación consideren una perspectiva amplia, para que la motivación se centre en el desempeño total del sistema logístico y no en el desempeño de una función individual. También es importante que los criterios de aceptación incorporen información extensa de la organización.

Implementación del plan

La tarea final es la implementación real del plan o el diseño. La implementación debe incluir controles adecuados para asegurar que el desempeño coincide con lo programado y que los criterios se vigilen con atención. Es fundamental que se utilice un proceso formal para guiar el diseño del sistema logístico y los proyectos de refinamiento, con el fin de asegurar que se documenten y comprendan los objetivos y que los análisis se concluyan de manera adecuada.

Métodos y técnicas de análisis de la cadena de suministro

La administración de una cadena de suministro de alto rendimiento requiere análisis pormenorizados regulares de las tácticas y las estrategias llevadas a cabo a través de ésta. El análisis del diseño de la cadena de suministro efectúa la evaluación estratégica de las alternativas implementadas como la contratación, la ubicación de las instalaciones, la ubicación de los almacenes y las áreas de servicio en el mercado, las cuales son cada vez más importantes para optimizar los flujos para las cadenas de suministro globales. Se utilizan simulaciones dinámicas para investigar el movimiento de los inventarios de varias etapas, como entre los proveedores, las instalaciones y los almacenes, así como los análisis tácticos del transporte son útiles para la programación y los itinerarios de los camiones. Es necesario un análisis regular del envío para

responder a los cambios en las tarifas y equilibrar los flujos del transporte; se requieren análisis tácticos del inventario para identificar los artículos con un inventario excesivo y para determinar los niveles objetivo adecuados del inventario. Las secciones siguientes describen las preguntas específicas, las técnicas analíticas alternas y los requerimientos de datos normales para esta diversidad de decisiones.

Decisiones del diseño

Los administradores de la logística y de la cadena de suministro suelen enfrentar decisiones relacionadas con los diseños estratégicos y operativos de sus redes de la cadena de suministro. Las redes de la cadena de suministro incluyen la combinación de proveedores, instalaciones de manufactura, almacenes, puntos de consolidación, proveedores de servicios y minoristas para llevar los productos desde la etapa de materia prima hasta el cliente final. Entre las decisiones generales están el flujo de las mercancías y los productos, al igual que dónde deben efectuarse las actividades específicas de valor agregado dentro de la cadena de suministro. La mayor cantidad de alternativas de contratación de materiales, las economías de escala de la producción, el transporte reducido y las alternativas de proveedores de servicios integrados, han aumentado la necesidad de evaluar con mayor regularidad y detalle las alternativas de diseño de una cadena de suministro. En años recientes, el análisis del diseño de una cadena de suministro se ha extendido más allá para incluir el diseño del canal de mercadotecnia como resultado de las consideraciones globales tanto de mercadotecnia como de contratación. Por ejemplo, muchas empresas investigan la utilización de canales alternos al mercado, como la entrega a domicilio. Es posible utilizar el análisis del diseño de la cadena de suministro para determinar los costos totales y las soluciones intermedias al considerar las estrategias de canales alternos, subcontratación de las actividades o el establecimiento en otros países. Las operaciones globales también aumentan de manera notable la complejidad alterna en el diseño de una cadena de suministro y la importancia de una valoración precisa de las soluciones intermedias de dicha cadena. Por lo tanto, ha aumentado mucho la importancia de un análisis regular del diseño de la cadena de suministro.

Las decisiones de diseño de la cadena de suministro se concentran en seleccionar el número y la ubicación de las instalaciones, los almacenes y otros **nodos** de la cadena de suministro. Las preguntas administrativas comunes son:

1. ¿Dónde deben ubicarse las instalaciones de manufactura y cuáles productos deben fabricar?
2. ¿Cuántos almacenes debe utilizar la empresa y dónde debe ubicarlos?
3. ¿Cuáles clientes o áreas del mercado deben atenderse desde cada almacén?
4. ¿Cuáles líneas de productos deben producirse o almacenarse en cada instalación o almacén?
5. ¿Cuál es la función de los centros de distribución maestros o regionales en relación con los almacenes locales?
6. ¿Cuáles canales de contratación y mercadotecnia deben utilizarse para obtener materias primas y atender los mercados internacionales?
7. ¿Qué combinación de instalaciones de almacenamiento públicas y privadas debe utilizarse?
8. ¿Cuáles proveedores de servicios y qué servicios de valor agregado deben emplearse para cumplir los requerimientos del mercado?

Un diseño común de la cadena de suministro requiere análisis que aborden combinaciones de las preguntas anteriores.

Los problemas normales en el diseño de una cadena de suministro son muy complejos y requieren muchos datos. La complejidad es generada por el número de alternativas de contratación, instalaciones, almacenes, mercados y productos que se pueden considerar; la necesidad de datos se debe a que el análisis requiere información detallada de la demanda y el transporte para las estrategias existentes, al igual que para las alternativas posibles. Deben utilizarse técnicas sofisticadas de modelado y análisis para enfrentar con eficacia la complejidad y la necesidad de datos necesarias para identificar las mejores alternativas. Los sistemas de apoyo de decisiones utilizados para evaluar las alternativas de diseño de una cadena de suministro suelen ser alguna forma de optimización matemática. A continuación se describen la lógica general y los requerimientos de datos.

Lógica del diseño

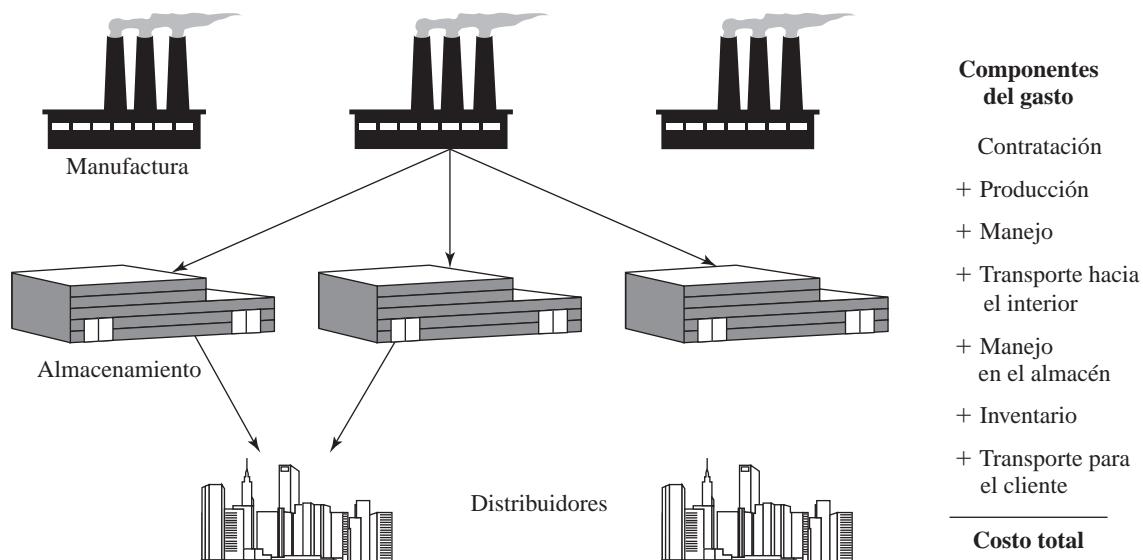
Las técnicas de diseño de una cadena de suministro suelen emplear alguna forma de optimización para evaluar de manera sistemática las alternativas de diseño. Estas últimas incluyen combinaciones de proveedores, instalaciones, almacenes y estrategias de almacenamiento de productos. Las optimizaciones lineales o mixtas de enteros son técnicas comunes utilizadas para seleccionar entre varias opciones disponibles, mientras se consideran restricciones específicas. La optimización de enteros mixta es la más común, porque obliga a que algunas de las variables sean enteros, lo cual requiere que los almacenes estén abiertos o cerrados, mientras que una programación lineal normal puede generar un almacén “medio abierto”. House y Karrenbauer ofrecieron una definición duradera de la optimización que tiene relevancia para la logística:⁶

Un modelo de optimización considera el conjunto agregado de requerimientos de los clientes, el conjunto agregado de las posibilidades de producción para los productores, los puntos intermedios potenciales, las alternativas de transporte y desarrollo del sistema óptimo. El modelo determina con base en un flujo agregado dónde deben estar los almacenes y los puntos de almacenamiento, qué tan grandes deben ser los almacenes y cuáles tipos de opciones de transporte deben implementarse.

Las herramientas de diseño de la cadena de suministro intentan identificar la alternativa de costo más bajo, al mismo tiempo que consideran las restricciones relevantes. Para el alcance relevante del problema, el análisis incluye los costos fijos y variables en las instalaciones para proveedores, instalaciones de manufactura, almacenes y puntos de consolidación; el transporte; el manejo; la producción, y el inventario. La figura 14.2 ilustra el alcance de los análisis en un diseño normal de una cadena de suministro. Las principales restricciones de diseño son las demandas regionales del mercado, la capacidad de producción de una planta, la capacidad de almacenamiento de un almacén y la estrategia de conservación de existencias. No obstante el valor de la optimización, la programación lineal enfrenta algunos problemas importantes al abordar los diseños complejos de un sistema logístico. Primero, para dar formato a un diseño pormenorizado, es necesario desarrollar relaciones funcionales explícitas para toda la variedad de opciones de diseño. La relación de las funciones debe considerar todas las combinaciones posibles de provee-

⁶ Robert G. House y Jeffrey J. Karrenbauer, "Logistics System Modeling", *International Journal of Physical Distribution and Materials Management* 8, núm. 4, mayo de 1978, pp. 189-199.

FIGURA 14.2 Método de análisis del costo total



dores, ubicaciones de productos, ubicaciones de distribución, mayoristas, mercados y productos. Tan sólo el número de alternativas y las restricciones asociadas generan un problema muy grande. Segundo, es relativa la característica de optimización de la técnica; es decir, es tan válida como la definición del problema de diseño. Demasiadas suposiciones simplificadas pueden generar una solución matemáticamente óptima, pero inútil en términos de la práctica empresarial. Tercero, la capacidad de los procedimientos de programación lineal existentes suele estar limitada por el número de niveles o etapas en la cadena de suministro y por el tamaño del problema. Por ejemplo, casi todos los optimizadores resuelven con facilidad los problemas que requieren analizar los flujos de los lugares de producción a los almacenes y después a los mercados (es decir, tres niveles). Sin embargo, las limitaciones de tamaño pueden complicar la realización de un análisis completo de la cadena de suministro.

Como se revisó antes en este capítulo, la fase de análisis del proceso incluye la identificación de las herramientas adecuadas, los requerimientos de datos y la evaluación de las alternativas. Cada tarea se analiza a continuación.

Selección de las herramientas

El análisis del diseño de una cadena de suministro suele comenzar con la selección de una herramienta de modelado adecuada. Aunque se pueden utilizar paquetes de programación de enteros mixta generalizada, el diseño de una cadena de suministro es al mismo tiempo singular y bastante común, por lo que es aconsejable buscar una herramienta personalizada. Existen varios paquetes para computadora que sirven para evaluar de manera eficaz las alternativas de una cadena de suministro. Ballou y Masters han efectuado varias encuestas que documentan la disponibilidad de estas herramientas,⁷ las cuales suelen diferir en capacidad, flexibilidad, imágenes y velocidad de la solución. Las herramientas de análisis se pueden adquirir o arrendar para uso limitado. En general, las herramientas intentan determinar la combinación de alternativas de planta y centros de distribución que minimice el costo, al mismo tiempo que funcione dentro de las restricciones de la demanda y la capacidad.

Requerimientos de datos

Los principales requerimientos de datos para analizar el diseño de una cadena de suministro son las definiciones del producto en el mercado, la red, la demanda del cliente, la tarifa del transporte, y el costo variable y fijo.

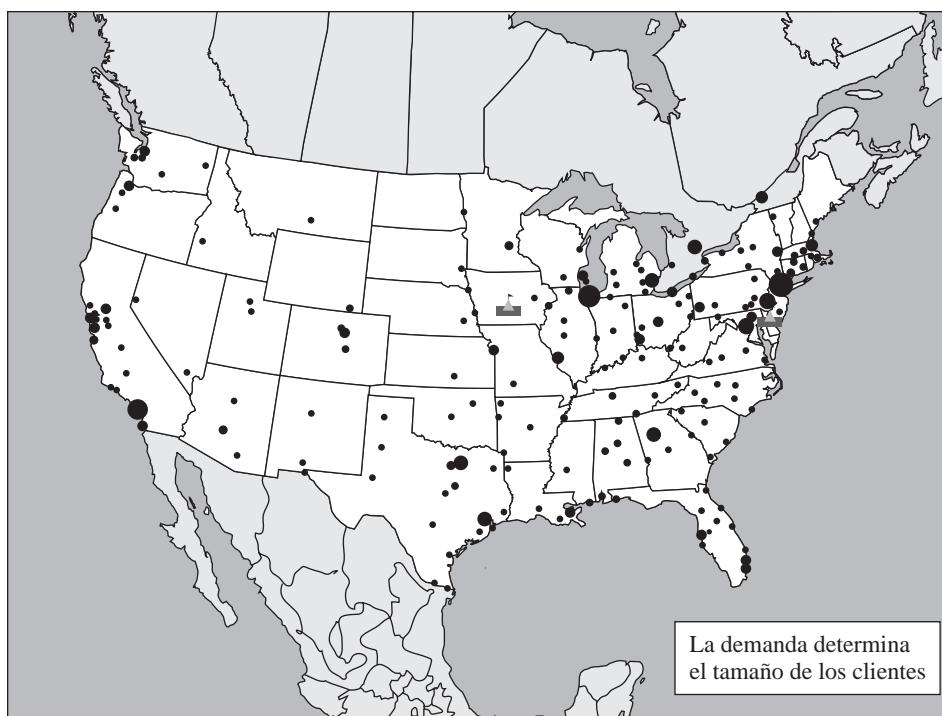
El análisis del diseño de una cadena de suministro requiere que la demanda se clasifique o asigne a áreas geográficas del mercado. La combinación de áreas geográficas constituye un área de servicio logístico. Tal área puede ser un país o una región global. La demanda para cada cliente se asigna a una de las áreas del mercado. La selección de un método de definición del mercado es un elemento muy importante del procedimiento de diseño del sistema. La figura 14. 3 ilustra cómo se divide Estados Unidos para el análisis de una cadena de suministro. Cada punto representa un agregado de la demanda. Se han desarrollado varias estructuras de definición del mercado. Las estructuras más útiles para el modelado de una cadena de suministro son: 1) por municipio, 2) por área estadística estándar metropolitana (standard metropolitan statistical area, SMSA), y 3) por código postal. La estructura más común emplea los códigos postales porque los registros de la compañía suelen incluir dicha información. Además, están disponibles por código postal algunos datos detallados del gobierno y de los transportes. Los principales problemas para seleccionar un método de definición del mercado se relacionan con el número de áreas requeridas para proporcionar resultados precisos. Aunque un mayor detalle del mercado aumenta la precisión, también aumenta el esfuerzo de análisis y el tiempo. Una investigación indica que para Estados Unidos, aproximadamente 200 mercados ofrecen una solución intermedia eficaz entre la precisión y el esfuerzo del análisis.⁸

⁷ Ronald H. Ballou y James M. Masters, "Facility Location Commercial Software Survey", *Journal of Business Logistics* 20, núm. 1, 1999, pp. 215-233.

⁸ Para conocer la investigación original relacionada con el número de áreas del mercado, consulte Robert G. House y Kenneth D. Jaime, "Measuring the Impact of an Alternative Method Classification System in Distribution Planning", *Journal of Business Logistics* 2, núm. 2, 1981, pp. 1-31; y Ronald H. Ballou, "Information Considerations for Logistics Network planning", *International Journal of Physical Distribution and Materials Management* 17, núm. 7, 1987, pp. 3-14.

FIGURA 14.3
Red de una cadena de suministro

Fuente: Utilizado con autorización de Logic Tools, Chicago.

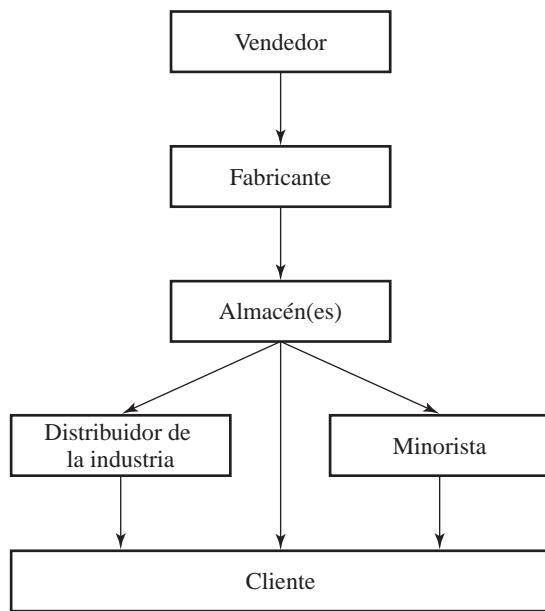


La definición del producto se refiere al número de unidades de conservación de existencias (stockkeeping units, SKU) requeridas para completar el análisis. Aunque se consideran los flujos individuales de las SKU al efectuar un análisis del diseño de la cadena de suministro, no suele ser necesario utilizar detalles. Los artículos individuales, sobre todo los que tienen características de distribución similares, los sitios de producción y las disposiciones del canal, se pueden agrupar o agregar para simplificar el análisis. Los análisis normales de la cadena de suministro concluyen en el nivel de familias de productos. La suma de las SKU en familias de productos reduce la complejidad del análisis y, por lo tanto, la recopilación de datos y los tiempos de ejecución del optimizador.

La definición de la red especifica los integrantes del canal, las instituciones y las ubicaciones posibles que se incluirán en el análisis. Los problemas específicos se relacionan con la combinación de proveedores, fabricantes, almacenes, mayoristas y minoristas que se van a incluir. La definición de la red también considera las plantas nuevas, los almacenes o las alternativas de integrantes del canal. La figura 14.4 ilustra un canal para clientes industriales y minoristas. Aunque la utilización de una definición más detallada reduce la oportunidad de suboptimizar el desempeño del sistema, el análisis total del diseño del canal y la cadena de suministro aumenta la complejidad, lo cual vuelve a producir una recopilación de datos más extensa y tiempos de solución más prolongados. Los analistas de la cadena de suministro deben evaluar las soluciones intermedias entre aumentar la complejidad del análisis y mejorar la posibilidad de la optimización total de la cadena de suministro.

La demanda del mercado define el volumen del embarque para cada área geográfica identificada como un mercado. Específicamente, el análisis de la cadena de suministro se basa en el volumen relativo de productos embarcados en cada área del mercado. Aunque el volumen puede ser adecuado para el número de unidades o cajas embarcadas hacia cada mercado, casi todos los análisis de diseño de una cadena de suministro se basan en el peso, debido a que el peso desplazado afecta mucho el costo del transporte. La demanda del mercado utilizada en el análisis también se puede basar en los embarques históricos o en el volumen previsto, si se esperan cambios sustanciales. La demanda del mercado debe perfilarse en diferentes tamaños de embarque, debido a que el tamaño del embarque afecta mucho el costo del transporte.

FIGURA 14.4
Ejemplo de la red
de un canal



Las tarifas del transporte hacia el interior y el exterior son un requerimiento de datos importante en el diseño de una cadena de suministro. Deben proporcionarse las tarifas para los embarques entre los integrantes existentes y potenciales de la cadena de suministro y los mercados. Además, deben desarrollarse tarifas para cada tamaño de embarque y para cada enlace de transporte potencial entre los almacenes y los mercados existentes y alternos. Es común que el análisis de una cadena de suministro requiera millones de tarifas individuales. Debido a la gran cantidad, las tarifas se suelen desarrollar mediante regresiones o se recuperan de los archivos de tarifas de los transportistas.

Los costos variables y fijos asociados con operar plantas de manufactura y almacenes son el factor importante final del diseño de una cadena de suministro. Los costos variables incluyen los gastos relacionados con la mano de obra, la energía eléctrica, los servicios generales y los materiales. En general, los gastos variables son una función del rendimiento de la instalación. Los costos fijos son los gastos relacionados con las instalaciones, el equipo y la administración de los supervisores. Dentro de un rango operativo relevante de instalaciones y almacenes, los costos fijos permanecen relativamente constantes. Aunque las diferencias por geografía en los costos fijo y variable no suelen ser sustanciales, existen consideraciones geográficas menores, las cuales deben incluirse para asegurar la exactitud del análisis. Las principales diferencias son el resultado de peculiaridades geográficas, como los salarios, el costo de la electricidad, el valor de los terrenos y los impuestos.

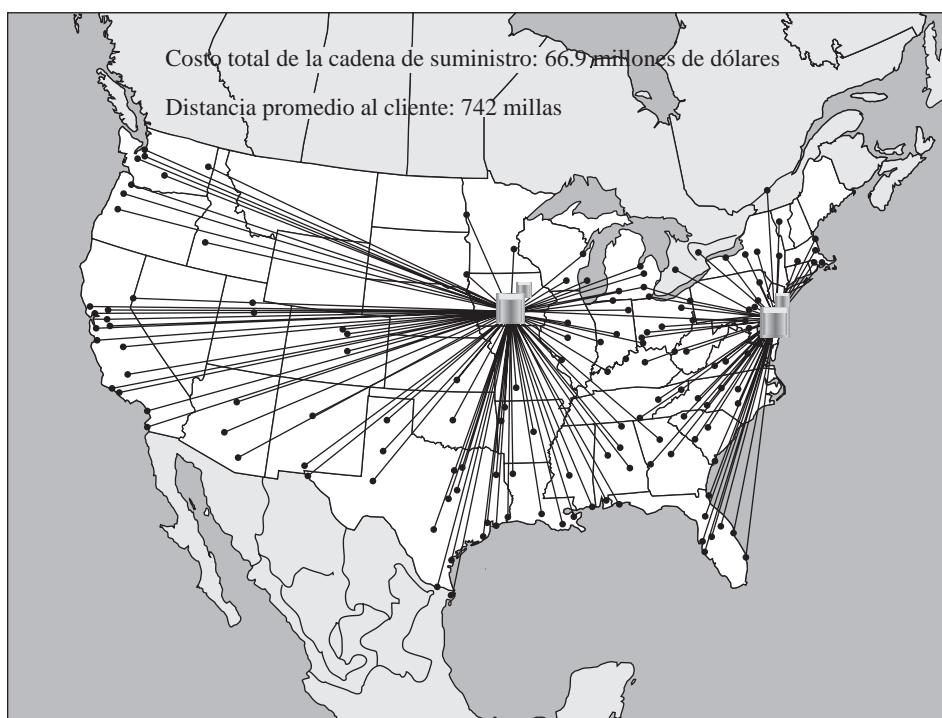
Evaluación de las alternativas

El análisis normal del diseño de una cadena de suministro puede conducir a evaluar una gran cantidad de alternativas, incluso para un análisis relativamente pequeño, en donde la empresa quiere considerar todas las combinaciones posibles, por ejemplo, de sólo 10 centros de distribución diferentes. Existen 6.2 millones de variaciones, las cuales van desde 10 combinaciones diferentes de un centro de distribución, hasta una combinación de 10. Si tardáramos un minuto en evaluar cada alternativa, necesitaríamos 11 años para investigar todas las opciones posibles. Esto enfatiza la importancia de la valoración de la factibilidad analizada antes. Esto ni siquiera incluye la posibilidad de analizar las combinaciones de diferentes proveedores o plantas de manufactura.

El análisis de línea base suele ser lo primero para validar los costos y establecer la credibilidad de la herramienta de análisis. La figura 14.5 ilustra la línea base generada de un sistema

FIGURA 14.5
Red básica de una cadena de suministro

Fuente: Utilizado con autorización de Logic Tools, Chicago.



de cadena de suministro con dos plantas y dos almacenes. La figura presenta una cadena de suministro con una planta y almacenes ubicados en Pennsylvania e Iowa. Como se aprecia en la figura, el desempeño de este escenario es 66.9 millones de dólares y una distancia promedio de 742 millas. Aunque las herramientas de diseño de la cadena de suministro proporcionan buenos datos del desempeño en términos del costo, el servicio se suele comunicar en la distancia o el tiempo hacia el mercado, en vez de una medida como la tasa de llenado. La distancia es una variable simulada que representa el tiempo de tránsito del almacén al cliente. Antes de investigar otros escenarios, estos resultados deben compararse con los datos históricos de la empresa para determinar si los costos del modelo proporcionan una representación aproximada de su operación real. Si los costos históricos y modelados no son aproximadamente iguales, se deben investigar las diferencias para identificar los errores posibles o proporcionar alguna explicación. Una exactitud razonable es fundamental para desarrollar credibilidad ante la administración.

Es posible modelar otras alternativas para investigar otras opciones de diseño de una cadena de suministro. En algunos casos, las herramientas de diseño de la cadena evalúan de manera sistemática una serie de alternativas, como determinar el número óptimo de almacenes entre tres y 10. En otros casos, cuando el número de plantas o la mezcla de productos están bajo investigación, el analista debe identificar y evaluar cada opción por separado. De nuevo, esto enfatiza la necesidad de valorar de manera crítica la factibilidad de cada alternativa, de modo que no sea necesario completar una evaluación detallada de las alternativas que tienen una factibilidad limitada.

La figura 14.6 ilustra un diseño revisado de una cadena de suministro basado en la situación analizada antes. Los resultados comprueban que una cadena de suministro de tres plantas y cuatro almacenes produce un desempeño mucho mejor que el caso de la línea de referencia. Como señala la figura, el costo total se reduce a 61.8 millones de dólares con una distancia promedio entre el almacén y el cliente de 428 millas. En este caso, el diseño alterno de la cadena de suministro puede mejorar el servicio, en términos de la distancia al cliente, y reducir el costo total. Bender ofrece

FIGURA 14.6
Una red alterna
de una cadena de
suministro

Fuente: Utilizado con autorización de Logic Tools, Chicago.



una descripción más detallada del proceso sistemático para identificar y evaluar las alternativas de la cadena de suministro mediante una herramienta de apoyo de decisiones.⁹

Si bien las herramientas de diseño de una cadena de suministro son cada vez más sofisticadas, existen algunos problemas que deben considerarse en su aplicación. El primero se relaciona con la manera de tratar el costo de mantener un inventario. Como se indicó en el capítulo 13, en teoría, el costo de mantener un inventario debe aumentar a una tasa decreciente cuando aumenta el número de centros de distribución. Aunque esto suele ser cierto, existen muchas excepciones, como cuando se utiliza un centro de distribución regional para proporcionar existencias de respaldo para artículos de desplazamiento lento en cinco almacenes. Aunque el número total de almacenes aumente a seis, es probable que disminuya el inventario total para proporcionar un servicio de calidad equivalente, porque se agrupa el inventario de respaldo. Asimismo, muchas de las herramientas de diseño de una cadena de suministro no tienen procesos estandarizados para determinar las implicaciones en el inventario de diferentes alternativas de diseño. Debido a que no existe un proceso estandarizado, es importante comprender y hacer los ajustes adecuados para el costo de mantener un inventario calculado mediante las herramientas de diseño de la cadena de suministro.¹⁰

El segundo problema tiene que ver con los cambios en las suposiciones relacionadas con los tamaños de embarque. Casi todas las herramientas de diseño de una cadena de suministro emplean un tamaño de embarque constante para cada envío de transporte. Aunque esto puede ser aceptable, siempre y cuando el número de centros de distribución no cambie de manera significativa, es

⁹Paul S. Bender, "How to Design an Optimum Worldwide Supply Chain", *Supply Chain Management Review* 1, núm. 1, primavera de 1997, pp. 70-81.

¹⁰Para un análisis más detallado de las técnicas para evaluar varias ubicaciones del inventario, consulte Ronald H. Ballou y Apostolos Burnetas, "Planning Multiple Location Inventories", *Journal of Business Logistics* 24, núm. 2, 2003, pp. 65-90; y Pablo Miranda y Rodrigo Garrido, "Incorporating Inventory Control Decisions Into a Strategic Distribution Network Design Model with Stochastic Demand", *Transportation Research. Part E, Logistics & Transportation Review* 40E, núm. 3, mayo de 2004, pp. 183-208.

probable que el tamaño del embarque se modifique con un cambio significativo en el número de almacenes. Por ejemplo, si los embarques actuales entre una planta y cuatro almacenes son de una carga completa, es probable que los embarques sean más pequeños si aumenta a ocho el número de almacenes. El analista debe considerar el impacto de tal cambio.

Un tercer problema se relaciona con el enfoque del análisis. En el pasado, una cantidad sustancial del análisis de diseño de la cadena de suministro se concentraba en la ubicación del almacén. Debido a que las redes logísticas eran relativamente estables, no era necesario que las empresas efectuaran con regularidad análisis del sistema logístico; sin embargo, la dinámica de las opciones alternas de la cadena de suministro, los niveles cambiantes del costo y la disponibilidad de los proveedores de servicios integrados requieren que, en la actualidad, las redes de la cadena de suministro se evalúen y refinen con más frecuencia. Asimismo, cada día es más necesario coordinar la estrategia de diseño de la cadena de suministro con el diseño del producto y el proceso, lo cual puede requerir evaluaciones anuales, trimestrales o, incluso, mensuales.¹¹

Durante la década anterior, aumentaron el alcance y la atención de los análisis del diseño de la cadena de suministro. En términos del alcance, los análisis ya consideran una variedad más amplia de integrantes de la cadena de suministro, entre ellos los proveedores de mercancías, los fabricantes, los distribuidores y los minoristas. En términos de la atención, los análisis de diseño de la cadena de suministro han cambiado, de minimizar el costo total hacia maximizar las ganancias o el retorno sobre el activo. Los diseños que maximizan la rentabilidad también consideran los ingresos como costos y están diseñados para asignar los productos y los recursos disponibles a los clientes más rentables. Los diseños que maximizan el retorno sobre el activo identifican las alternativas de la cadena de suministro que producen costos variables más altos, pero utilizan menos activo a través de la subcontratación o del uso de proveedores de servicios. Como resultado de las mayores oportunidades habilitadas por la globalización, la subcontratación, la consolidación organizacional, los servicios compartidos y los cambios en el costo relativo, los análisis en curso de las alternativas de la cadena de suministro se vuelven más regulares.¹²

Decisiones del inventario

Las decisiones del análisis del inventario se concentran en determinar los parámetros óptimos de administración del inventario para cumplir los niveles de servicio deseados con una inversión mínima. Los parámetros del inventario se refieren a las existencias de seguridad, el punto de reorden, la cantidad de éste y la revisión de los ciclos para una combinación específica de instalación y producto. Este análisis se diseña para refinar los parámetros del inventario de manera periódica o diaria. Los refinamientos diarios hacen los parámetros más sensibles a los cambios ambientales, como los niveles de la demanda o la duración del ciclo de desempeño; sin embargo, también producen nerviosismo en los sistemas de administración del inventario lo cual provoca envíos y cancelación de envíos de numerosos embarques pequeños.

El análisis del inventario se concentra en las decisiones analizadas en el capítulo 6. Las preguntas específicas son: 1) ¿cuánto producto debe procesarse durante el siguiente ciclo de producción?, 2) ¿cuáles almacenes deben mantener inventarios de cada artículo?, 3) ¿los artículos de desplazamiento lento deben centralizarse?, 4) ¿cuál es el tamaño óptimo de los pedidos de reabasto (la decisión de la cantidad de un pedido)?, 5) ¿cuál es el punto de reorden necesario para el reabasto (la decisión de las existencias de seguridad)?

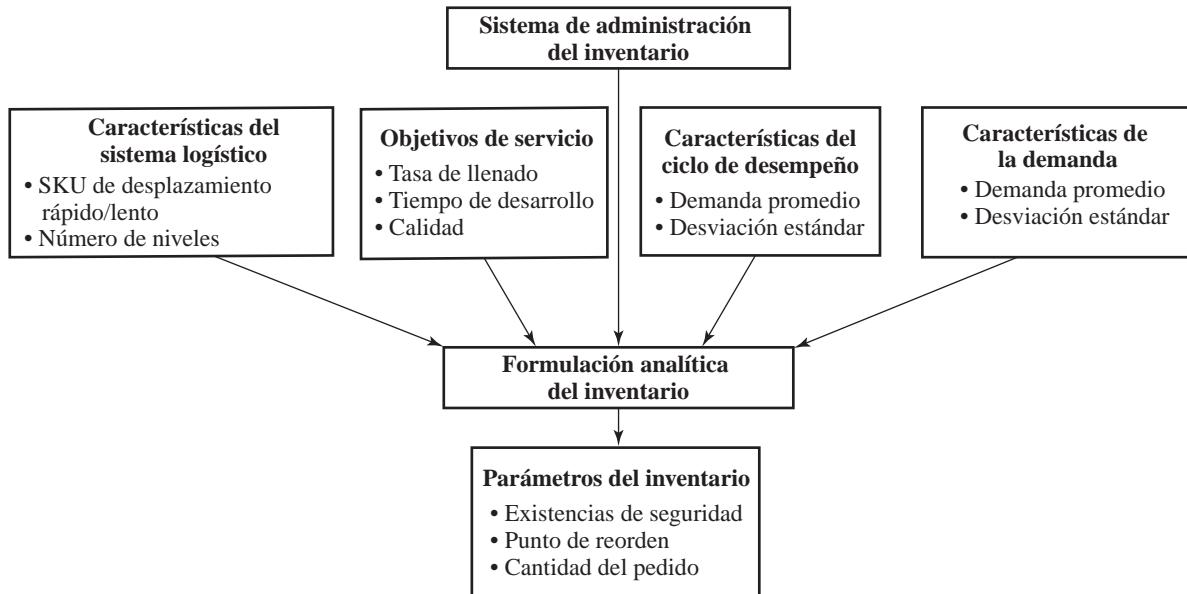
Existen dos tipos de técnicas para evaluar y seleccionar las opciones de administración del inventario: las analíticas y las de simulación.

Técnicas analíticas del inventario

Los métodos analíticos del inventario utilizan las relaciones de funciones como las analizadas en el capítulo 6 para determinar los parámetros ideales de conservación del inventario con base en

¹¹ Para un ejemplo de proceso para coordinar el producto, el proceso y el diseño de una cadena de suministro, consulte C. Forza, F. Salvador y M. Rungtusanatham, "Coordinating Product Design, Process Design, and Supply Chain Design Decisions: Part B. Coordinating Approaches, Tradeoffs, and Future Research Direction", *Journal of Operations Management* 23, núm. 3, abril de 2005, pp. 319.

¹² Para un análisis más detallado acerca del futuro de la planificación y las herramientas de la cadena de suministro, consulte David Simchi-Levi, "The Master of Design", *Supply Chain Management Review* 4, núm. 5, noviembre/diciembre de 2000, pp. 74-81.

FIGURA 14.7 Panorama analítico del inventario

el nivel de servicio deseado. La figura 14.7 ilustra el concepto analítico del inventario. La técnica emplea los objetivos del servicio, las características de la demanda, las características del ciclo de desempeño y las características del sistema logístico como información para calcular los parámetros óptimos del inventario. Desde una perspectiva de administración del inventario, los objetivos de servicio se suelen definir en términos de las tasas de llenado de empaques o de pedidos. Las características de la demanda describen las desviaciones promedio y estándar periódicas de la demanda del cliente. Las características del ciclo de desempeño describen las desviaciones promedio y estándar para los ciclos de desempeño del reabasto. Las características del sistema logístico describen el número de etapas o niveles de distribución que requieren decisiones de administración del inventario. La técnica analítica del inventario se basa en suposiciones que describen los niveles de existencias del sistema logístico y las probabilidades relacionadas con las características del ciclo de desempeño y la demanda. Las relaciones de probabilidad, junto con los objetivos del nivel de servicio, determinan los parámetros óptimos de administración del inventario en términos de cantidades del pedido de reabasto y de los puntos para volver a hacer un pedido. Existen numerosos ejemplos de aplicaciones de software que utilizan las técnicas analíticas para determinar los parámetros óptimos de administración del inventario.¹³

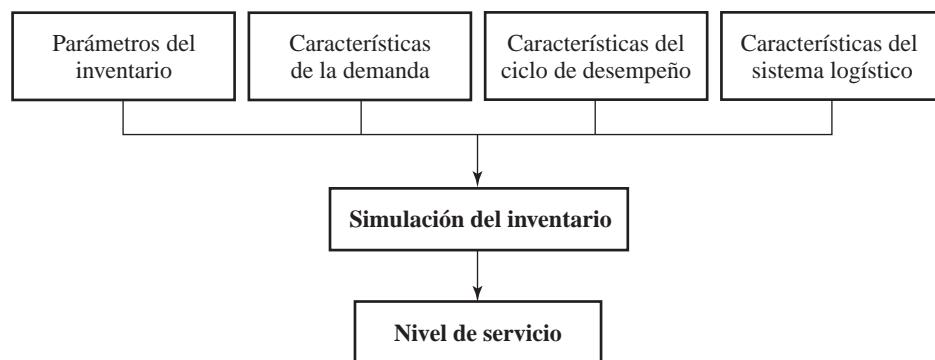
La ventaja de las técnicas analíticas del inventario es la posibilidad de determinar de manera directa los parámetros óptimos de éste, dadas ciertas suposiciones relacionadas con el ambiente operativo. Por otra parte, las técnicas analíticas del inventario están limitadas en términos de precisión, cuando no se cumplen las suposiciones. Por ejemplo, debido a que casi todas las técnicas analíticas del inventario suponen una demanda y ciclos de desempeño con una distribución normal, pierden precisión cuando la forma de la demanda o los ciclos de desempeño reales se desvían de la suposición de la distribución normal.¹⁴ No obstante, las técnicas analíticas del inventario son un buen punto inicial cuando se intentan determinar los parámetros óptimos del inventario.¹⁵

¹³ Un ejemplo de dicho sistema de administración del inventario es *Inventory Analyst* de Logic-Tools (Chicago), el cual determina los parámetros ideales del inventario para optimizar la cantidad del pedido y las existencias de seguridad. Casi todas las aplicaciones APS como *Rhythm* de i2, *Advanced Planning Optimizer* de SAP y *Manugistics*, incorporan técnicas analíticas en su software avanzado para planificación y programación.

¹⁴ Estas suposiciones relacionadas con la demanda normal y los tiempos de desarrollo se pueden superar con métodos numéricos como los analizados en J. Masters, "Determining of Near Optimal Stock Levels for Multi-Echelon Distribution Inventories", *Journal of Business Logistics* 14, núm. 2, 1993, pp. 165-196.

¹⁵ Las hojas de cálculo sirven para desarrollar y aplicar técnicas analíticas del inventario. Para un ejemplo, consulte la "Calculadora del inventario" del material de apoyo.

FIGURA 14.8
Un panorama de la simulación del inventario



Técnicas de simulación del inventario

El método de simulación del inventario crea un modelo matemático y de probabilidad del ambiente operativo logístico tal como existe en realidad. Como se aprecia en la figura 14.8, el método de simulación es similar a crear un ambiente de pruebas de laboratorio para la red de la cadena de suministro y las políticas operativas. La simulación es similar al método analítico, excepto que se invierten las funciones de los parámetros del inventario y los niveles de servicio.

En la simulación, los parámetros del inventario, como las cantidades de los pedidos y los puntos de reorden que se van a probar, se convierten en la información de la simulación. Esta información define el ambiente que se va a probar. Los resultados principales de la simulación son las características de nivel de servicio y desempeño del inventario del ambiente de prueba. De hecho, la simulación evalúa el desempeño de una situación específica. Si el desempeño comunicado no logra los objetivos deseados, es necesario cambiar los parámetros del inventario y simular un ambiente nuevo. En ocasiones, es necesario efectuar varias simulaciones para identificar la combinación de parámetros del inventario que produce el desempeño deseado.

El beneficio principal de las técnicas de simulación es la posibilidad de modelar una amplia variedad de ambientes de la cadena de suministro, sin que sea necesario simplificar las suposiciones. Es posible simular con precisión prácticamente cualquier ambiente de la cadena de suministro al incorporar las características de la red y las políticas operativas. La principal deficiencia de las técnicas de simulación es su capacidad limitada para buscar e identificar las soluciones óptimas. Aunque existen ejemplos de simulación del inventario que incorporan algoritmos de búsqueda, su capacidad y su alcance son limitados. Existen indicios de que la simulación se vuelve más popular conforme las empresas intentan comprender la dinámica del inventario en el canal logístico.¹⁶

Ha aumentado la importancia de las aplicaciones de apoyo de decisiones del inventario debido al énfasis en optimizar los niveles del inventario para reducir la base del activo logístico. La demanda de parámetros más refinados del inventario ha aumentado la necesidad de técnicas más sofisticadas de análisis del inventario. Las empresas de software han respondido al desarrollar aplicaciones independientes e integradas.¹⁷

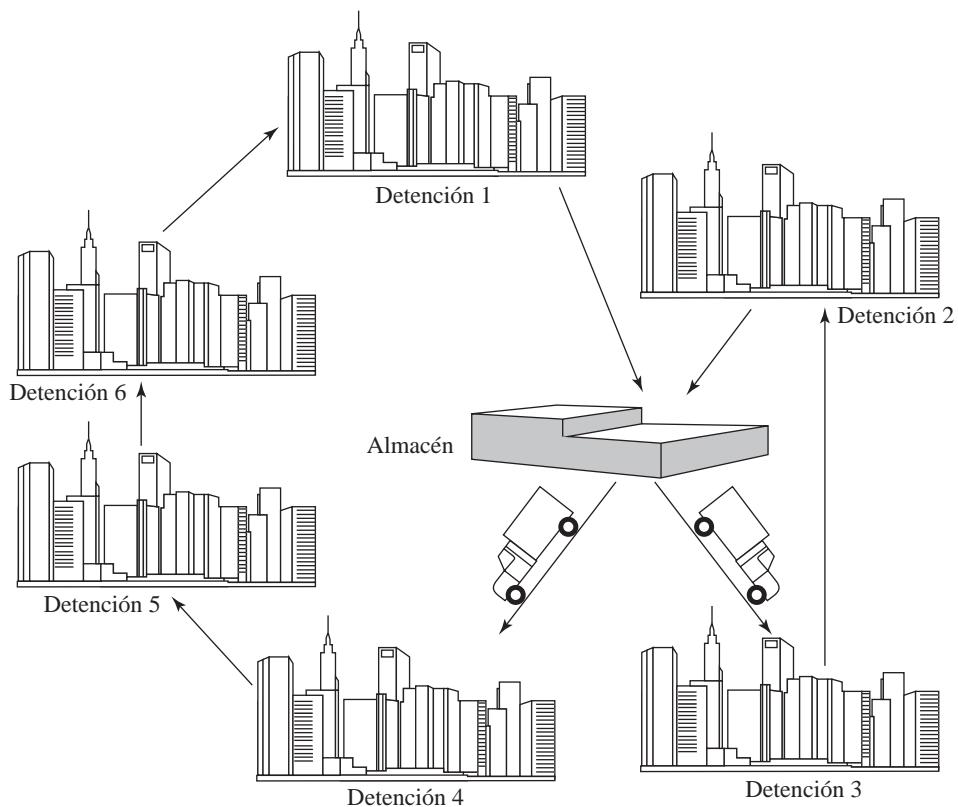
Decisiones del transporte

El análisis del transporte se concentra en los itinerarios y la programación del equipo de transporte para mejorar la utilización de los vehículos y conductores, y al mismo tiempo cumplir con los requerimientos de servicio al cliente. Las decisiones del transporte se caracterizan como estratégicas o tácticas. Las decisiones estratégicas del transporte se interesan en la asignación

¹⁶ D. van der Zee y J. van der Vorst, "A Modeling Framework for Supply Chain Simulation: Opportunities for Improved Decision Making", *Decision Sciences* 36, núm. 1, febrero de 2005, pp. 65-95.

¹⁷ Entre los ejemplos están James Aaron Cooke, "Simulate Before You Act", *Logistics Management and Distribution Report* 38, núm. 9, septiembre de 1999, pp. 77-80; e "IBM Product Analyzes Your Supply Chain", *Industrial Distribution* 88, núm. 8, agosto de 1999, p. 44.

FIGURA 14.9
Un problema común
de itinerario o entrega



de recursos a largo plazo, como los períodos extendidos. Por lo tanto, las decisiones estratégicas de los itinerarios identifican las rutas del transporte que se pueden utilizar durante meses o años. Las decisiones tácticas del transporte se relacionan con las asignaciones de recursos a corto plazo, como las rutas diarias o semanales. El objetivo del análisis del transporte es minimizar la combinación de vehículos, horas y distancia requeridos para entregar un producto. Las preguntas comunes del análisis del transporte son: 1) ¿cómo deben agruparse las entregas para formar rutas?, 2) ¿cuál es la mejor secuencia de entrega para atender a los clientes?, 3) ¿cuáles rutas deben asignarse a cuáles tipos de vehículos?, 4) ¿cuál es el mejor tipo de vehículo para atender a diferentes tipos de clientes?, 5) ¿cuál secuencia de entrega debe utilizarse para atender las restricciones de tiempo impuestas por los clientes? La figura 14.9 ilustra un problema común de itinerario o entrega. El almacén representa el lugar de partida central para todos los vehículos de entrega y cada detención representa una ubicación de un cliente, por ejemplo, un minorista.

Técnicas de análisis del transporte

El análisis de los itinerarios y la programación ha sido bien investigado para la planificación táctica y operativa de la cadena de suministro. Son muy importantes para las empresas que terminan las actividades de entrega parcial de la carga, como la distribución de paquetes o de bebidas. Las técnicas se clasifican como métodos heurísticos, métodos exactos, métodos interactivos y métodos de combinación.¹⁸

Los métodos heurísticos utilizan técnicas prácticas de agrupamiento o ahorro para desarrollar las rutas por medio de agregar y eliminar detenciones de manera secuencial. Los métodos exactos, u óptimos, emplean una programación matemática (lineal) para identificar las mejores rutas. En el

¹⁸Para un análisis adicional de estos métodos, consulte Kevin Bott y Ronald H. Ballou, "Research Perspectives in Vehicle Routing and Scheduling", *Transportation Research* 20A, núm. 3, 1986, pp. 239-243.

pasado, la optimización de los métodos de solución había sido demasiado compleja incluso para las computadoras más rápidas, pero los avances recientes en la programación matemática han mejorado esa posibilidad. Las dificultades principales con casi todos los procedimientos exactos son: 1) la gran cantidad de restricciones y variables necesarias para representar incluso el problema básico de itinerarios y programación, y 2) el impacto de este tamaño en el tiempo de computación y el espacio de almacenamiento de la computadora.

Los métodos interactivos utilizan una combinación de simulación, cálculo de costos o capacidad de imágenes para apoyar un proceso interactivo de decisión. La decisión tomada identifica las alternativas para evaluación. A continuación, el sistema interactivo de apoyo de decisiones determina y grafica las rutas y calcula las características del desempeño en términos de tiempo y costo. Después, quien toma las decisiones evalúa de manera interactiva las características del desempeño de cada alternativa y refina la estrategia hasta que no es probable una mejora adicional. La desventaja obvia de los métodos interactivos es que dependen de la habilidad y la capacidad de quien toma las decisiones, sobre todo cuando el tamaño y la complejidad del problema aumentan.

Las combinaciones de los tres métodos han resultado muy eficaces. Son importantes dos criterios al evaluar métodos alternos de solución: la capacidad para generalizar y la precisión. La capacidad para generalizar es la posibilidad de incorporar con eficiencia extensiones para situaciones especiales, como recolección y entrega, varias bodegas, ventanas de tiempo, capacidad de los vehículos y tiempos legales de manejo, en un ambiente real. La precisión se refiere a la capacidad para obtener una aproximación cercana de las características del desempeño y la cercanía de los resultados a una solución óptima. La precisión determina el nivel y la credibilidad de los ahorros posibles como resultado de un menor gasto operativo de los vehículos, un mejor servicio al cliente y una mayor productividad de la flotilla.¹⁹ Existen numerosos ejemplos de software para itinerarios y programación.²⁰

Requerimientos de datos para el análisis del transporte

El análisis del transporte requiere tres tipos de datos: la red, la demanda de recolección o entrega y las características operativas. La red define todas las rutas posibles y es la columna vertebral de cualquier sistema de itinerarios de transporte. En algunos casos, se define una red por medio de mapas de las calles del área de entrega. Cada intersección es un nodo y las calles se convierten en vínculos. La red contiene los vínculos entre cada nodo, la distancia del camino, el tiempo de tránsito y cualquier restricción especial, como los límites de peso o los peajes. Una red a nivel de calles es muy precisa y exacta, sobre todo cuando existen restricciones como ríos y montañas. La deficiencia de una red de calles es el alto costo de desarrollo y mantenimiento. El otro método implica graficar los clientes en una cuadrícula y después calcular los vínculos posibles entre ellos, usando una línea de distancia recta. Se suelen utilizar coordenadas de latitud y longitud. Si bien un sistema de cuadrícula es menos costoso de desarrollar y mantener que una red de calles, es menos preciso y no considera las restricciones.

Los datos de la demanda definen los requerimientos de recolección y entrega del cliente. Para los análisis estratégicos o a largo plazo, la demanda se especifica en términos de las recolecciones y entregas periódicas promedio por cliente. Se han creado rutas con base en la demanda promedio con una holgura en la capacidad para los períodos de demanda muy alta. Para el análisis táctico de los itinerarios, la demanda suele representar los pedidos de los clientes programados para entrega durante el periodo que se planifica, por ejemplo, diario. El análisis táctico permite diseñar con precisión las rutas para los requerimientos de entrega sin holguras para la incertidumbre.

¹⁹ Para un análisis más extenso sobre los métodos de análisis alternativos, véase Bott y Ballou, "Research Perspectives in Vehicle Routing and Scheduling"; Ronald H. Ballou y Yogesh K. Agerwal, "A Performance Comparison of Several Popular Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling", *Journal of Business Logistics* 9, núm. 1, 1988, pp. 51-64; y Ronald H. Ballou, "A Continued Comparison of Several Popular Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling", *Journal of Business Logistics* 11, núm. 2, 1990, pp. 111-126. Para un análisis de un relato exitoso de planificación del transporte, consulte Jonathan Bridle, "Integrated transport planning: supply chain success", *Logistics and Transport Focus* 6, núm. 5, junio de 2004, pp. 50-53.

²⁰ Algunos ejemplos de software para itinerarios y programación del transporte son CAPS RoutePro (www.CAPS.com) y Descartes Systems Routing & Scheduling (www.Descartes.com).

Las características operativas definen el número de vehículos y sus limitaciones, las restricciones de los conductores y los costos operativos. Entre las limitaciones de los vehículos están las restricciones de capacidad y peso, al igual que las restricciones de descarga, como los requerimientos de bahías. Las restricciones del conductor son el tiempo de manejo y las restricciones de descarga. Los costos operativos incluyen los gastos fijos y variables asociados con los vehículos y los conductores.

El análisis del transporte para los itinerarios y la programación de los vehículos reciben cada vez mayor interés debido a la eficacia y a la disponibilidad del software de bajo costo. Muchas empresas que participan en las operaciones diarias de transporte han reducido los gastos en 10 a 15% mediante la utilización de un análisis táctico o estratégico del transporte. Mientras los clientes sigan exigiendo pedidos más pequeños, el análisis del transporte se volverá cada vez más importante para tomar decisiones eficaces de itinerarios, programación y consolidación.

Análisis del envío

Un análisis logístico común se relaciona con los movimientos del transporte en envíos específicos. El análisis se efectúa de manera muy específica entre las instalaciones o en una región más amplia. El análisis del envío se concentra en el equilibrio del volumen entre los puntos de origen y destino. Para maximizar la utilización de los vehículos, los movimientos deben equilibrarse; es decir, deben ser iguales a grandes rasgos, en ambas direcciones. Los envíos pueden incluir dos o más puntos, como se aprecia en la figura 14.10. Los envíos triangulares intentan coordinar el movimiento entre tres puntos al desplazar combinaciones de materiales y productos terminados entre los proveedores, los fabricantes y los clientes.

El análisis del envío implica el volumen de movimientos y el número de embarques o viajes entre los puntos. El objetivo es identificar los desequilibrios que ofrecen oportunidades para mejorar la productividad logística. Una vez identificados los desequilibrios del envío, la administración intenta identificar el volumen que se puede transportar en la dirección menos utilizada. Esto se consigue al cambiar los transportistas o los modos, al modificar el volumen de y hacia una flotilla privada, al aumentar el regreso de los camiones con materias primas o al crear una alianza con otro embarcador. Por otra parte, el volumen en la dirección utilizada en exceso puede desviarse a otros transportistas o embarcadores, o contratarse desde una ubicación alterna.

La tabla 14.6 presenta un análisis del envío que identifica con claridad los desequilibrios en los embarques. El administrador del transporte debe intentar equilibrar el movimiento triangular al desarrollar un volumen adicional entre Cincinnati y Detroit. Este volumen puede desarrollarse al mover las fuentes de productos al área de Cincinnati, o al crear una alianza con un embarcador que desplace volumen entre Cincinnati y Detroit y que regrese sin carga.

Análisis del inventario

Otro análisis logístico común se concentra en el desempeño y la productividad del inventario. El análisis común del inventario considera el volumen relativo de ventas de productos y la rotación del inventario y se efectúa con la clasificación ABC analizada en el capítulo 6. Por ejemplo, al enlistar los 10 grupos principales de ventas y de inventario en una secuencia decreciente, un admi-

FIGURA 14.10
Ejemplo de un envío triangular

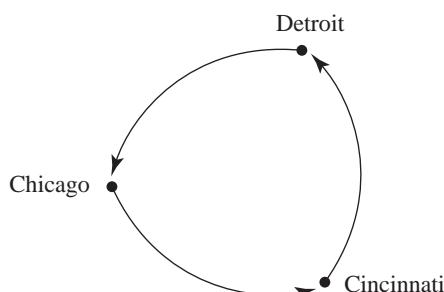


TABLA 14.6
Análisis de envíos
de movimientos
mensuales

Origen	Destino	Peso (CWT)	Embarques
Detroit	Chicago	8 740	23
Chicago	Cincinnati	5 100	17
Cincinnati	Detroit	2 000	8

nistrador de la logística puede determinar con rapidez los grupos de productos que afectan más los niveles del volumen y del inventario. Como se indicó en el capítulo 6, 80% de las ventas suele ser aportado por 20% de los artículos. También es común que 80% del inventario represente sólo 20% del volumen. El conocimiento de estas características y de los artículos que forman cada grupo de productos es útil para dirigir los esfuerzos de administración del inventario. Es posible seleccionar los artículos que han comprobado un compromiso grande del inventario en relación con las ventas para esfuerzos intensivos de administración, con el fin de reducir el nivel del inventario y mejorar el rendimiento.

La tabla 14.7 ilustra un informe normal del análisis del inventario. Este ejemplo está clasificado por ventas de artículos, aunque existe cierta lógica para secuenciar el informe por nivel decreciente o por rotaciones de inventario. Los artículos con inventarios relativamente altos o rotaciones bajas deben ser atendidos por la administración.

Resumen

Este capítulo ofrece una revisión pormenorizada del proceso, las decisiones y las técnicas de planificación de la logística. Está diseñado para guiar al administrador logístico por el proceso general del análisis situacional, la identificación de alternativas, la recopilación de datos, la evaluación de las cantidades y el desarrollo de recomendaciones viables.

La metodología, que es lo bastante general para la solución de casi todos los problemas logísticos, incluye tres fases: definición del problema y planificación, recopilación y análisis de datos, y recomendaciones e implementación. La fase de definición del problema y planificación se relaciona con la valoración de la factibilidad y la planificación del proyecto. La valoración de la factibilidad incluye el análisis situacional, el desarrollo de una lógica de apoyo y la estimación del costo/beneficio. La planificación del proyecto requiere declaraciones de los objetivos, las restricciones, el estándar de medición, la especificación de la técnica de análisis y el desarrollo de un plan de trabajo del proyecto.

La fase de recopilación y análisis de datos desarrolla suposiciones, recopila datos, y completa los análisis cuantitativos y cualitativos. El desarrollo de las suposiciones y la recopilación de datos incluyen tareas para definir el método de análisis, formalizar las suposiciones, identificar las fuentes de datos, y recopilar y validar los datos. El paso del análisis implica definir las preguntas del análisis, la ejecución de análisis de validación y de línea de referencia, así como la realización de análisis alternos y de sensibilidad.

La fase de recomendaciones e implementación desarrolla el plan final. El paso de desarrollo de una recomendación incluye identificar y evaluar las mejores alternativas. El paso de la implementación define un curso de acción recomendado, el desarrollo de programas, define los criterios de aceptación y programa la implementación final. Un análisis regular del diseño de una cadena de suministro se vuelve cada vez más importante para responder a los cambios en la disponibilidad global de los materiales, las demandas del mercado y la disponibilidad de los recursos de producción. En respuesta a este requerimiento, existen cada vez más herramientas de optimización del diseño de una cadena de suministro para apoyar los análisis estratégicos y tácticos. Las herramientas más tácticas como la simulación dinámica y los algoritmos de itinerarios y de programación, sirven para investigar y evaluar las alternativas del inventario y el transporte. Ha aumentado la importancia de tales métodos pormenorizados de planificación y análisis, como resultado de las alternativas posibles y de la complejidad de las cadenas de suministro globales. Deben efectuarse

TABLA 14.7 Informe normal del análisis del inventario

Producto	Demanda unitaria total	Costo estándar	Ventas en costo estándar	Porcentaje de ventas acumuladas	Inventory total	Porcentaje de ventas acumuladas	Inventory en costo estándar	Porcentaje de inventario acumulado	Artículos acumulados	Artículo	Rotaciones del inventario	Clase
Pieza A	3487	423.76	1477 656.03	14.35	453	191 931.32	16.58	16.58	1	4.00	7.70	A
Pieza B	31347	43.82	1373 573.25	13.34	27.68	1938	84 909.82	7.33	23.91	1	8.00	16.18
Pieza C	21 221	47.49	1007 770.10	9.79	37.47	1652	78 447.73	6.78	30.69	1	12.00	12.85
Pieza D	15077	52.82	796 319.01	7.73	45.20	1489	78 669.62	6.79	37.48	1	16.00	10.12
Pieza E	14956	35.22	526 774.13	5.11	50.32	1767	62 241.97	5.38	42.86	1	20.00	8.46
Pieza F	5826	80.93	471 481.17	4.58	54.39	272	22 041.74	1.90	44.76	1	24.00	21.39
Pieza G	57 304	8.16	467 868.82	4.54	59.44	3630	29 637.63	2.56	47.32	1	28.00	15.79
Pieza H	3591	74.64	267 986.82	2.60	62.04	379	28 303.30	2.44	49.76	1	32.00	9.47
Pieza I	8139	32.46	264 225.47	2.57	64.60	1467	47 640.20	4.11	53.88	1	36.00	5.55
Pieza J	19 036	13.50	257 079.87	2.50	67.10	453	61 14.31	0.53	54.41	1	40.00	42.05
Pieza K	8169	31.38	256 344.63	2.49	69.59	153	4 806.26	0.42	54.82	1	44.00	53.34
Pieza L	33 457	7.60	254 277.51	2.47	72.06	9022	68 572.76	5.92	60.74	1	48.00	3.71
Pieza M	6609	38.32	253 245.67	2.46	74.52	1655	63 401.31	5.48	66.22	1	52.00	3.99
Pieza N	29 394	8.61	252 950.09	2.46	76.97	3391	29 177.21	2.52	68.74	1	56.00	8.67
Pieza O	17296	14.45	249 861.10	2.43	79.40	1414	20 420.37	1.76	70.50	1	60.00	12.24
Pieza P	3089	76.08	235 029.27	2.28	81.68	921	70 039.66	6.05	76.55	1	64.00	3.36
Pieza Q	1579	144.08	227 520.08	2.21	83.89	340	48 916.42	4.22	80.78	1	68.00	4.65
Pieza R	6577	34.41	226 278.06	2.20	86.09	440	15 155.23	1.31	82.09	1	72.00	14.93
Pieza S	6326	35.02	221 551.81	2.15	88.24	201	7 032.45	0.61	82.69	1	76.00	31.50
Pieza T	5041	43.11	217 344.77	2.11	90.35	970	4 1808.09	3.61	86.30	1	80.00	5.20
Pieza U	8906	23.74	211 432.08	2.05	92.40	1473	3 4960.94	3.02	89.32	1	84.00	6.05
Pieza V	2106	99.55	209 613.04	2.04	94.44	314	3 1234.67	2.70	92.02	1	88.00	6.71
Pieza W	10 097	19.73	199 176.93	1.93	96.37	705	13 897.74	1.20	93.22	1	92.00	14.33
Pieza X	10 031	19.85	199 145.62	1.93	98.31	2489	49 412.08	4.27	97.49	1	96.00	4.03
Pieza Y	34 529	5.05	174 510.19	1.69	100.00	5753	29 077.41	2.51	100.00	1	100.00	6.00
TOTAL	363 189		10 299.016	100.00		42 740	1157 850	100.00	100.00	25	8.89	

con regularidad análisis tácticos para un propósito determinado, como el equilibrio del envío y el análisis del inventario ABC, para responder a los cambios en las demandas de las tarifas del transporte, los flujos y los productos.

Preguntas desafiantes

1. ¿Cuál es el objetivo básico en el estudio del diseño y el análisis de la logística? ¿Suele ser una actividad de una sola vez?
2. ¿Qué es un análisis de sensibilidad y cuál es su función en el diseño y el análisis de sistemas?
3. ¿Por qué es importante desarrollar una lógica de apoyo para guiar el proceso de planificación logística?
4. Las valoraciones para revisión internas y externas deben considerar varias medidas. ¿Qué son y cuál es su importancia?
5. ¿Por qué es importante una evaluación del costo/beneficio para los esfuerzos de diseño de los sistemas logísticos?
6. ¿Cuál es el objetivo clave en el análisis del envío?
7. En un sentido general, ¿cuáles son las diferencias esenciales entre las técnicas analíticas y de simulación?
8. ¿Cuál es la principal ventaja de la técnica de optimización normal en comparación con la simulación?
9. En el análisis normal, ¿en qué punto la técnica da paso al proceso de revisión y evaluación administrativa?
10. Compare y contraste las decisiones de transporte estratégicas y tácticas.

Administración

Esta parte final aborda la segunda responsabilidad principal de la administración logística de una empresa: la administración. El capítulo 15 desarrolla los principios de organización y la administración de las relaciones que son esenciales para realizar operaciones integradas. Se desarrollan e ilustran modelos alternos de colaboración como un medio para facilitar la cooperación entre los clientes, los proveedores de materias primas, los proveedores de servicios y la empresa que dirige una disposición de cadena de suministro. La atención también se dirige a la administración del cambio a través de toda la organización y los conceptos para la organización de los recursos humanos. La naturaleza ubicua de las operaciones logísticas crea un desafío singular para la estructura organizacional. La dispersión de las operaciones logísticas a través de vastas áreas geográficas sirve para poner especial atención en el desarrollo de procesos eficaces de administración y control. El capítulo 16 se concentra en la valoración del desempeño y el desarrollo de la medición del costo para apoyar una administración basada en las actividades. Se presta atención particular al desarrollo de una métrica para el desempeño logístico y de la cadena de suministro.

Desarrollo y administración de las relaciones

Desarrollo y administración de las relaciones de la logística interna

Agrupamiento de las funciones

Un cambio en el énfasis de funciones a procesos

Virtualidad y transparencia de la organización

Liderar el cambio en la organización

Desarrollo y administración de las relaciones de la cadena de suministro

Riesgo, poder y liderazgo

La diversidad de relaciones de la cadena de suministro extendida

Sistema integrado de una cadena de suministro

Desarrollo de la confianza

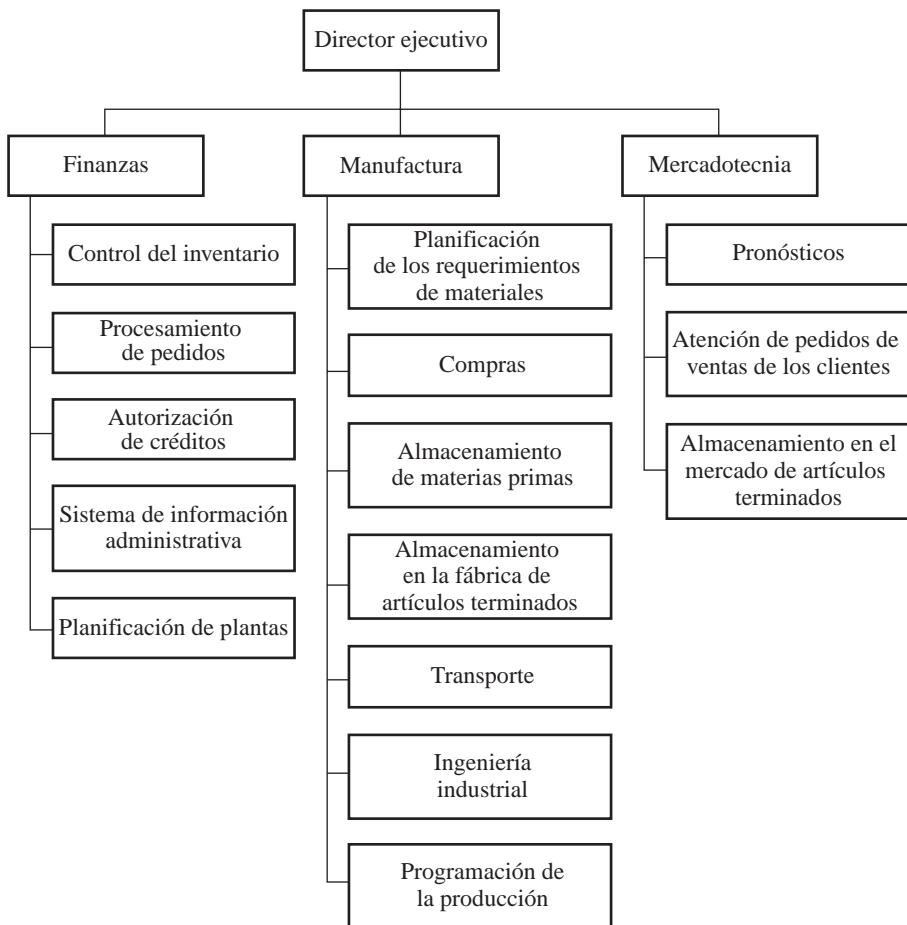
Resumen

Entre los temas de la logística, pocos tienen más interés directivo que el desarrollo y la administración de las relaciones organizacionales. Durante casi toda la historia comercial, el énfasis se ha centrado en las relaciones internas de una organización, para desarrollar una estructura organizacional adecuada que realice el trabajo logístico de manera eficiente y eficaz. Sin embargo, la revolución de la información y la atención en la integración de la cadena de suministro obligan a los ejecutivos de la logística a repensar casi todos los aspectos de la lógica organizacional tradicional y a extender sus ideas a las relaciones con los proveedores y los clientes. De hecho, la esencia de la administración de la cadena de suministro estriba en la capacidad para dirigir las relaciones en colaboración, tanto internas como con los participantes de la cadena de suministro.

Desarrollo y administración de las relaciones de la logística interna

Antes de la década de 1950, las funciones aceptadas ahora como logísticas solían considerarse trabajo de facilitación o de apoyo. La responsabilidad de la organización para la logística solía dispersarse por toda la empresa. La figura 15.1 es un organigrama hipotético que representa la fragmentación que era común en esa época. Esta fragmentación solía significar que los aspectos del trabajo logístico eran realizados sin coordinación, lo cual provocaba duplicación y desperdicio. La información se distorsionaba o retrasaba, y eran imprecisas las líneas de autoridad y de responsabilidad. Los administradores, al reconocer la necesidad de un control total del costo,

FIGURA 15.1
Organización tradicional de las funciones logísticamente relacionadas

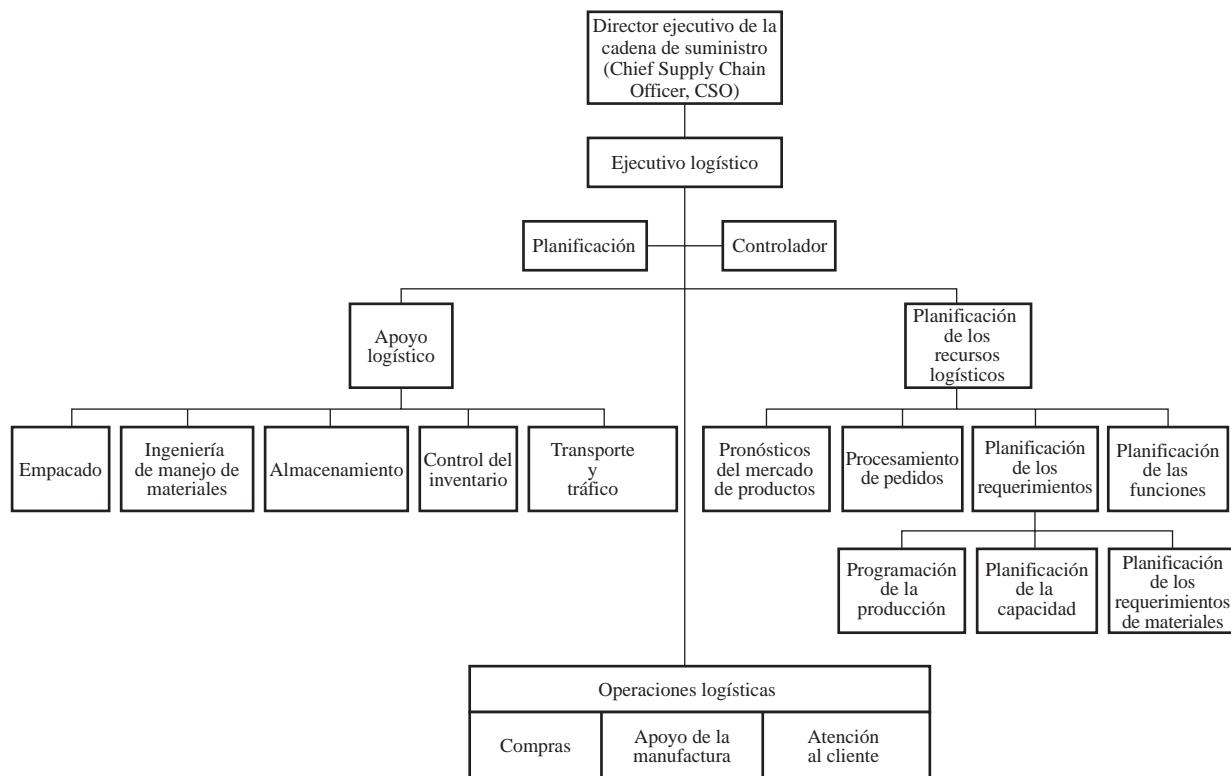


comenzaron a reorganizar y combinar las funciones logísticas en un solo grupo administrativo. La estructuración de la logística como una organización integrada apareció por primera vez en la década de 1950.¹

Agrupamiento de las funciones

La motivación que dirigía el agrupamiento de las funciones era la idea de que agrupar las funciones logísticas en una sola organización aumentaría la probabilidad de integración y permitiría comprender mejor cómo las decisiones y los procedimientos en un área operativa afectan el desempeño en otras áreas. La idea era que, en algún momento, todas las funciones comenzarían a funcionar como un solo grupo concentrado en el desempeño total del sistema. Este paradigma de integración, basado en la cercanía organizacional, prevaleció durante un periodo de 35 años. Durante esta época aparecieron muchos tipos y niveles diferentes de integración de las funciones. Para muchas empresas, apenas se había secado la tinta sobre lo que parecía la organización

¹Para los primeros artículos que analizaban esta integración de las actividades logísticas, consulte Donald J. Bowersox, "Emerging Patterns of Physical Distribution Organization", *Transportation and Distribution Management*, mayo de 1968, pp. 53-59; John F. Stolle, "How to Manage Physical Distribution", *Harvard Business Review*, julio/agosto de 1967, pp. 93-100; y Robert E. Weigand "The Management of Physical Distribution: a Dilemma", *Michigan State University Business Topics*, verano de 1962, pp. 67-72.

FIGURA 15.2 Agrupamiento de las funciones logísticas

logística perfecta, cuando surgían ideas nuevas y mucho más penetrantes de lo que constituía la estructura ideal.²

El nivel más alto de agrupamiento de funciones en la organización logística se observa en la figura 15.2. Esta estructura de la organización busca unificar todas las funciones y las operaciones logísticas bajo un solo director principal. Las organizaciones con la naturaleza pormenorizada que se presenta en la figura 15.2 eran y siguen siendo escasas. Sin embargo, era clara la tendencia hacia agrupar tantas funciones de planificación logística y operativa como resultara práctico, bajo una sola autoridad y responsabilidad. La meta era la administración estratégica de todos los materiales y el movimiento y almacenamiento de los productos terminados para el beneficio máximo de la empresa.

El rápido desarrollo de los sistemas de información logística aportó un impulso hacia las organizaciones integradas mediante las funciones. Apareció la tecnología de la información para planificar y operar los sistemas que integraba por completo las operaciones logísticas. Vale la pena analizar con mayor detalle varios aspectos de la estructura presentada en la figura 15.2.

²Para una reseña de la investigación empírica relacionada con la evolución de la organización logística, consulte A. T. Kearney, *Measuring Productivity in Physical Distribution: The \$40 billion gold mine*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1978, A. T. Kearney, "Organizing Physical Distribution to Improve Bottom Line Results", *Annual Proceedings of the Council of Logistics Management*, 1981, pp. 1-14; A. T. Kearney, *Measuring and Improving Productivity in the Logistics Process: Achieving Customer Satisfaction Breakthroughs*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1991; A. T. Kearney concluyó y publicó estudios en Europa, Asia y Estados Unidos en 1993, y distribuyó estos estudios en publicaciones cautivas. Para una reseña de la investigación en la Michigan State University acerca de la organización y la mejor práctica logística, consulte: Donald J. Bowersox y otros, *Leading Edge Logistics: Competitive Positioning for the 1990s*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1989, Donald J. Bowersox y otros, *Logistical Excellence: It's Not Business as Usual*, Burlington, MA: Digital Press, 1992, Equipo de investigación logística global en la Michigan State University, *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Change*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1995, Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1999.

Primero, cada área de la logística —compras, apoyo para la manufactura y atención al cliente— está estructurada como una operación de línea separada. Las líneas de autoridad y de responsabilidad permiten directamente que cada grupo de servicios de apoyo funcione como parte de un esfuerzo logístico general integrado. Debido a que están bien definidas las áreas de responsabilidad operativa, es posible establecer que el apoyo para la manufactura sea una unidad operativa similar a compras y atención al cliente. Debido a la independencia operativa de cada unidad, cada una puede mantener la flexibilidad para atender los servicios fundamentales requeridos por su área operativa respectiva. Además, debido a que las actividades logísticas generales se planifican y coordinan de manera integrada, se aprovechan las sinergias operativas entre las áreas.

Segundo, se posicionan como servicios operativos cinco capacidades agrupadas bajo el apoyo logístico. Esta orientación compartida del servicio es el mecanismo para integrar las operaciones logísticas. Es importante enfatizar que el apoyo logístico no es una organización del personal. Más bien, el grupo administra el trabajo logístico diario, el cual se estructura con una responsabilidad central para una relación directa entre las operaciones de atención al cliente, apoyo a la manufactura y compras.

Tercero, la planificación de los recursos logísticos abarca el potencial completo de la información administrativa para planificar y coordinar las operaciones. El procesamiento de pedidos activa el sistema logístico con el fin de que opere y genere la base de datos integrada que se requiere para el control. La planificación de los recursos logísticos facilita la integración. Los planes de recursos logísticos se basan en los pronósticos del producto/mercado, el procesamiento de pedidos y el estado del inventario para determinar los requerimientos generales para cualquier periodo de planificación. Con base en los requerimientos especificados, la unidad de planificación vuelve operativa la manufactura al coordinar el programa de producción, la planificación de la capacidad y la planificación de los requerimientos de materiales.

Por último, existen una planificación y una capacidad de control generales en el nivel más alto de la organización. Estas iniciativas sirven para facilitar la integración. El grupo de planificación se dedica al posicionamiento estratégico a largo plazo y es responsable del mejoramiento de la calidad y la reingeniería del sistema logístico. El controlador de la logística se dedica a medir el costo y el desempeño del servicio al cliente, así como a suministrar información para la toma de decisiones administrativas. El desarrollo de procedimientos para la capacidad de control logístico es una de las áreas más importantes de la administración logística integrada. La necesidad de una medición precisa es resultado directo del mayor énfasis que se pone en el mejoramiento continuo en el desempeño del servicio al cliente.³ La tarea de medición es muy importante debido a los cuantiosos gastos operativos y de capital relacionados con la logística.

La organización logística con las funciones integradas ofrece una sola lógica para guiar la aplicación eficiente de los cursos financieros y humanos, desde la adquisición de las materias primas hasta la entrega final del producto al cliente. Por lo tanto, posiciona a una empresa para administrar las soluciones intermedias entre compras, apoyo a la manufactura y atención al cliente.

Un cambio en el énfasis de funciones a procesos

Casi de la noche a la mañana, el énfasis cambió de las funciones a los procesos. Las empresas comenzaron a examinar la función que podría desempeñar la competencia logística en el proceso general de crear valor para el cliente. Esto produjo un nuevo pensamiento acerca del mejor modo de conseguir un desempeño logístico integrado. En un grado significativo, el enfoque en los procesos redujo la presión sobre las funciones agrupadas hacia unidades organizacionales que lo abarcaran todo. La pregunta crítica cambió de cómo organizar las funciones individuales a cómo administrar mejor el proceso logístico general. Comenzaron a aparecer los desafíos y las oportunidades del agrupamiento de funciones y la integración dirigida por la información.

³La medición del desempeño se analiza con mayor detalle en el capítulo 16.

La misión del trabajo logístico es posicionar el inventario cuando y donde se requiere para facilitar las ventas productivas. Este trabajo de apoyo debe realizarse todo el día y en todo el mundo, lo cual significa que la logística necesita ser parte integral de todos los procesos. La estructura ideal para la logística sería una organización que realiza el trabajo esencial como parte de los procesos que apoya, al mismo tiempo que consigue el sinergismo de la integración entre las funciones.

La tecnología de la información introdujo la posibilidad de una integración virtual, en contraste con la combinación física de las funciones logísticas. La utilización de la tecnología de la información para coordinar o dirigir el desempeño integrado permite que la responsabilidad para efectuar el trabajo mismo se distribuya por toda la organización. La integración requiere que la logística se combine con otras áreas como mercadotecnia y manufactura. Por ejemplo, en vez de concentrarse en cómo relacionar el transporte y el inventario, el verdadero reto es integrar el transporte, el inventario, el desarrollo de productos nuevos, la manufactura flexible y el éxito del cliente. Para lograr una integración general de la organización, una empresa debe combinar una amplia variedad de capacidades en nuevas unidades organizacionales. Eso significa que los departamentos tradicionales de una sola función deben asimilarse dentro de un proceso. Dicha asimilación suele requerir que las organizaciones tradicionales se desagrupen y se vuelvan a combinar en modos novedosos y únicos. En cierto sentido, dicha separación de las funciones puede parecer el regreso a los días iniciales de los departamentos fragmentados y con una sola función. Sin embargo, la diferencia importante es que este nuevo modelo organizacional es la disponibilidad de la información en todos los niveles. El nuevo formato de la organización se caracteriza por una cultura muy diferente acerca de cómo se administran y comparten la información y el conocimiento.

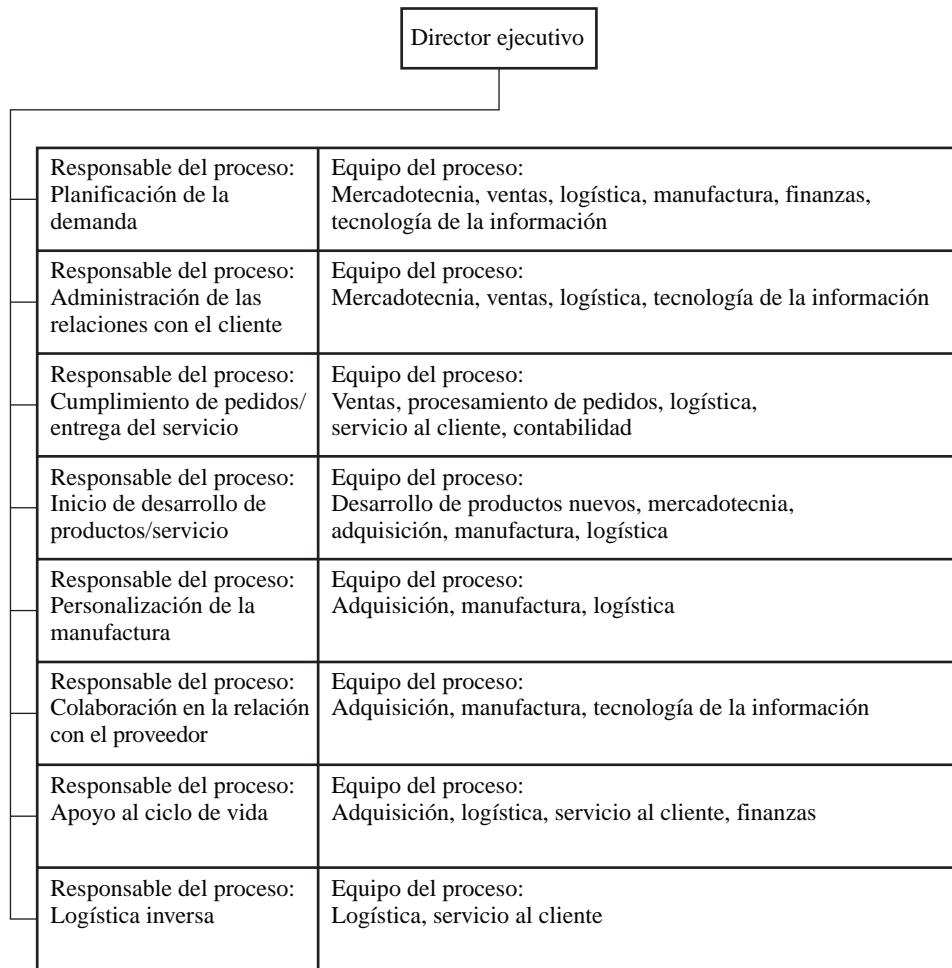
La figura 15.3 ilustra cómo la organización orientada a los procesos se estructura alrededor de los ocho procesos de la cadena de suministro analizados en el capítulo 11. Cada proceso importante es dirigido por un responsable del proceso al frente de un equipo de integrantes provenientes de las áreas funcionales fundamentales que afectan el desempeño de los procesos.

El concepto de la organización de los procesos se contempla como resultado de tres factores: 1) el desarrollo de un ambiente de trabajo muy integrado con equipos de trabajo autodirigidos, como el medio para facultar a los empleados para generar un desempeño máximo; 2) una mejor productividad generada por administrar los procesos más que las funciones, una noción que siempre ha estado en el centro de la logística integrada, y 3) que se comparte rápido la información precisa que permite integrar todas las facetas de la organización. La tecnología de la información se considera como la estructura que sostiene la nueva empresa y reemplaza a la jerarquía organizacional.

La esencia del argumento para esta reestructuración radical es que el concepto tradicional del cambio organizacional a través del agrupamiento de funciones no es suficiente para estimular avances importantes en el servicio o la productividad. Más bien, el cambio en la organización tradicional reorganiza las funciones sin un rediseño serio del proceso de trabajo básico. Debido a que dicha reestructuración suele suponer que las organizaciones funcionales seguirán realizando el trabajo básico, se consigue poca o ninguna diferencia en la práctica real. En esencia, las compañías se vuelven a concentrar en prácticas empresariales antiguas, en vez de diseñar procesos novedosos más eficientes.

Los desafíos de administrar la logística como un proceso tienen tres vertientes. Primero, todo esfuerzo debe concentrarse en valor agregado para el cliente. Una actividad existe y se justifica sólo en la medida que contribuye a un valor para el cliente. Por lo tanto, debe motivarse un compromiso logístico mediante la idea de que los clientes desean que se realice una actividad específica. Los administradores logísticos deben desarrollar la capacidad para pensar hacia el exterior. Segundo, integrar la logística como parte de un proceso requiere que estén disponibles todas las habilidades necesarias para completar el trabajo, sin tomar en cuenta su organización en funciones. El agrupamiento de la organización con base en funciones seleccionadas puede separar artificialmente los flujos naturales de trabajo y crear atascos. Cuando se imponen estructuras horizontales, es necesario posicionar y ofrecer habilidades fundamentales, para asegurar que se obtenga el trabajo requerido. Por último, el trabajo realizado en el contexto de un proceso debe estimular una sinergia. Con la integración de los sistemas, el diseño del trabajo como un proceso significa

FIGURA 15.3 Una organización de los procesos



que las soluciones intermedias de la organización general se estructuran para lograr un desempeño máximo mediante una inversión mínima.⁴

Los cambios radicales planteados por una empresa a partir de una orientación de funciones a procesos plantean mensajes ambivalentes para los administradores que participan en la logística. En el lado positivo, la adopción general de una orientación hacia los procesos se basa en los principios básicos de la integración de sistemas. En el centro de la logística integrada está el compromiso hacia una excelencia funcional que contribuya al desempeño de los procesos. Un cambio general hacia administrar la logística como un proceso significa que se posicionará como un colaborador central para todas las iniciativas que se concentren en el desarrollo de un producto nuevo y en la generación, cumplimiento y entrega de pedidos del cliente. La tendencia general de la integración de los procesos amplía el potencial operativo y el impacto de la logística.

Menos evidente es una comprensión total de cómo se realizarán y administrarán los procesos mismos. Las soluciones logísticas más avanzadas observadas durante la década de 1990 han combinado la forma de la organización y la mejor práctica del desempeño para administrar el proceso logístico general mediante una estructura jerárquica modificada. El concepto de una organización matricial ha surgido como una estructura común para facilitar el desarrollo horizontal. La dispo-

⁴Michael Hammer y Steven Stanton, "How Process Enterprises Really Work", *Harvard Business Review*, noviembre/diciembre de 1999, pp. 108-117.

nibilidad de información superior para hacer operativo un método matricial evita depender de una estructura formal y rígida de la organización. En términos de la arquitectura para una organización logística, las preguntas importantes son: 1) ¿cuántas estructuras jerárquicas formales se pueden y se deben mantener cuando se busca habilitar y estimular una orientación hacia los procesos?, 2) ¿cómo se estructura una organización para que pueda administrar un proceso tan complejo como la logística global sin volverse abiertamente burocrática? Para abordar estas preguntas, los administradores necesitan entender por completo el potencial de la organización virtual, la cual defiende las redes logísticas dirigidas por la información que se integran a través de las fronteras de la organización.

Virtualidad y transparencia de la organización

Es muy poco probable que la atención que se presta al proceso finalice la búsqueda de la administración por una organización logística ideal. Aunque varios escenarios diferentes acerca de la organización del futuro son tecnológicamente factibles, uno de los más interesantes es la especulación de que la estructura jerárquica formal de dirección y control de la organización será reemplazada con una red electrónica informal conocida como una **organización virtual**.⁵ El adjetivo **virtual** denota una existencia implícita sin un reconocimiento formal.⁶ En otras palabras, una organización virtual, ya sea una empresa total o una competencia específica fundamental, existiría como un proveedor de un desempeño integrado, pero no como una unidad identificable de la estructura formal de la organización. En el caso de la logística, los equipos de trabajo importantes pueden vincularse de manera electrónica para realizar actividades fundamentales de manera integrada. Estos equipos de trabajo pueden ser transparentes en términos de la estructura formal de la organización de sus integrantes; es decir, es posible que los organigramas formales no se relacionen con el flujo real del trabajo. De hecho, las organizaciones logísticas del futuro podrían caracterizarse por una separación de funciones de toda la organización para concentrarse en el flujo del trabajo, más que en la estructura.

Los conceptos de virtualidad y transparencia tienen implicaciones de largo alcance para los conceptos organizacionales duraderos como la centralización y la descentralización. Para conocer los requerimientos de los clientes en lo que respecta a velocidad y respuesta, sería necesario que la autoridad descendiera por la organización. Se esperaría que la dirección estratégica se originara en las oficinas centrales, se harían cada vez más adaptaciones operativas en las líneas frontales, y se esperaría que los administradores de las líneas frontales refinaran cada vez más la estrategia y la aplicaran directamente a las operaciones. La centralización y la descentralización se volverían términos sin significado. Las organizaciones del futuro buscarían capturar lo mejor de la centralización y la descentralización sin comprometerse con ningún concepto.⁷

La idea detrás de la separación es que el poder de la tecnología de la información facilitaría una administración y un desempeño integrado del trabajo logístico, sin agrupar las funciones en una unidad formal de la organización. Lo ideal es que, dentro de la organización, la responsabilidad por la realización del trabajo logístico recaiga en los usuarios. El usuario, en este sentido, es la organización que requiere transporte, almacenamiento, inventario o cualquier otro servicio logístico para completar su misión. Hacer a quienes realizan los servicios logísticos una parte in-

⁵Para más detalles y ejemplos de organizaciones virtuales, consulte Charles C. Snow, Raymond E. Miles y Henry J. Coleman Jr. "Managing 21st Century Network Organizations", *Organizational Dynamics* 20, núm. 3 (invierno de 1992), pp. 5-20; Walter Kiechel III, "How We Will Work in the Year 2000", *Fortune* 127, núm. 10, 17 de mayo de 1993, pp. 38-52; Joan Magretta, "The Power of Virtual Integration: an Interview with Dell Computer's Michael Dell", *Harvard Business Review*, marzo/abril de 1998, pp. 73-84; Nicholas G. Carr, "Being Virtual: Character and the New Economy", *Harvard Business Review*, mayo/junio de 1999, pp. 181-186; William H. Davidow y Michael S. Malone, *The Virtual Corporation: Structuring and Vitalizing the Corporation for the 21st Century* (Nueva York: Harper Business, 1992); John A. Byrne, "The Virtual Corporation: the Company of the Future Will be the Ultimate in Adaptability", *Business Week*, 8 de febrero de 1993, pp. 98-102; y Kevin P. Gayne y Renee Dye, "The Competitive Dynamics of Network-Based Businesses", *Harvard Business Review*, enero/febrero de 1998, pp. 99-109.

⁶El diccionario Webster's define *virtual* como "que se concreta en esencia o efecto, aunque no se reconoce o admite de manera formal".

⁷Donald J. Bowersox y otros, *Logistical Excellence: It's not Business as Usual*, Burlington, MA: Digital Press, 1992, pp. 173-174.

tegral de la organización del usuario puede aumentar la relevancia y la flexibilidad. En esencia, se produciría una habilitación final. Cada organización en toda una empresa realizaría sus servicios logísticos requeridos. El paradigma de la desintegración se basa en la noción de que, dentro de la organización, la funcionalidad logística no necesita asignarse a una estructura especial de dirección y control para coordinar el desempeño de manera eficiente.

Existen muchos argumentos en contra de la separación de funciones. El primero y más importante es la posibilidad de que la separación cree el peligro de regresar a una fijación o miopía de las funciones, característica de la logística fragmentada. Una segunda preocupación es que se pierdan la escala y el alcance fundamentales en las operaciones logísticas y ya no se produzcan economías. Por último, podrían disminuir la estandarización y la simplificación del trabajo si tipos de trabajo similares se extendieran por las organizaciones de usuarios sin mecanismos de información formales.

Si bien los argumentos anteriores no son exhaustivos, son característicos de las preocupaciones que tienen los administradores acerca de abandonar las organizaciones integradas formales. La clave para un mejor desempeño es comprender que la relevancia y la flexibilidad pueden aumentar al crear una red electrónica que facilite la coordinación logística, en contraste con depender de una estructuración de la organización formal. En realidad, no existía una tecnología de la información adecuada que facilitara la integración cuando se adoptó por primera vez el paradigma del agrupamiento de las funciones de la organización.

La moneda está en el aire acerca de si y cuándo la red coordinada por la información y con funciones separadas se convertirá en una solución realista de una organización logística. La investigación acerca de las mejores prácticas indica que algunas empresas están en las etapas iniciales de vincular el trabajo desigual de manera electrónica, más que de manera física u organizacional.⁸

Líderes del cambio en la organización

Un tema final de interés para los administradores de la logística es cómo conducir el cambio. Una cosa es decidir qué debe hacerse y otra completamente distinta es conseguir que se haga. De nuevo, los administradores de la logística no pueden esperar encontrar un mapa que los guíe. Como regla general, participan en tres tipos principales de cambio.

Primero, existen problemas relacionados con el cambio estratégico. Éstos se relacionan con la implementación de modos nuevos y mejores para atender a los clientes. El tema de la administración estratégica del cambio se ha abordado en varios lugares de este texto.

El segundo tipo de cambio se relaciona con las modificaciones en la estructura operativa de la empresa. Con base en las consideraciones estratégicas, los ejecutivos de la logística se ocupan constantemente de modificar dónde se posicionan los productos, cómo se manejan los requerimientos de los clientes y demás. Dicha reingeniería de la red y de las operaciones representa gran parte del cambio que debe administrarse para mantener alineada la capacidad de la empresa con los requerimientos estratégicos.

El tercer tipo de cambio tiene que ver con la estructura de los recursos humanos. Cuando cambia la misión y el alcance de la logística, los administradores han encontrado difícil alterar las estructuras de la organización de manera oportuna. La investigación ilustra con claridad que es frecuente el cambio en una organización.

Es fundamental evitar una mentalidad de solución rápida. La estructura de la organización de dirección y control que prevalece ha sobrevivido durante siglos; no es necesario desarmar todo de la noche a la mañana. La clave es el desarrollo de un modelo de cambio que trace una ruta de transición significativa y creíble. Como se señaló antes, los administradores deben ser precavidos al tratar de acelerar la transición de las estructuras de la organización logística. A pesar de que es atractivo cambiar con rapidez, el éxito real aumenta al avanzar con cuidado.

⁸Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL: Council of Supply Chain Professionals, 1999.

Una consideración final acerca del cambio es la capacidad de una organización para absorber prácticas operativas nuevas y desafiantes. Mientras ocurre todo el cambio buscado, todavía es necesario realizar las actividades diarias. Aunque algunos defienden un cambio radical, éste no parece encajar bien en las organizaciones logísticas.

La noción del cambio radical no es nueva ni única. A pesar del hecho de que el conocimiento aumenta con rapidez, las habilidades asociadas y las prácticas aceptadas cambian a un ritmo mucho más lento. Joseph Schumpeter previó la necesidad de lo que denomina **destrucción creativa**.⁹ Casi todos los expertos en administración aceptan que las empresas deben desarrollar habilidades para abandonar de manera sistemática y desarrollar en su estructura fundamental un mecanismo para administrar el cambio. En parte, el problema se magnifica por el hecho de que el cambio más importante no se genera a partir de iniciativas internas. Más bien, los mejoramientos radicales suelen responder a la creatividad externa. Esta noción de la **tecnología disruptiva** alienta en algunos expertos la idea de que sólo se puede conseguir un cambio de gran alcance mediante la destrucción total de las disposiciones estructurales existentes. En el análisis final, el tiempo en el que una empresa puede incorporar un cambio sigue siendo único para cada organización. Es necesario calibrar con precisión cuánto cambio puede absorber una organización. Lo normal es que sea menor de lo que calculan casi todos los administradores, pero el cambio real tarda más de lo previsto.

Desarrollo y administración de las relaciones de la cadena de suministro

Una perspectiva de la cadena de suministro cambia el modelo empresarial relevante de un grupo de negocios con vínculos inciertos a un esfuerzo coordinado entre varias empresas que se concentra en mejorar la eficiencia de la cadena de suministro y en aumentar la competitividad. Aunque no todas las disposiciones de colaboración en una cadena de suministro implican una logística, casi todas lo hacen. En tales disposiciones, la atención pasa de una administración logística basada en la empresa a la coordinación del desempeño de la cadena de suministro. Dos ideas facilitan esta búsqueda de eficiencia y competitividad.

Primero, la idea fundamental es que el comportamiento cooperador reducirá el riesgo y mejorará mucho la eficiencia del proceso logístico general. Para lograr un alto grado de cooperación es necesario que los participantes de la cadena de suministro compartan la información estratégica. Dicha información compartida no debe limitarse a los datos de las transacciones. Es igual o más importante la disposición para compartir relacionada con los planes futuros, de modo que las empresas participantes puedan desarrollar juntas el mejor modo que satisfacer los requerimientos de los clientes. La información en colaboración es esencial para posicionar y coordinar las empresas participantes de modo que realicen juntas las actividades correctas más rápido y con mayor eficiencia.

La segunda idea es la oportunidad para eliminar el desperdicio y el esfuerzo duplicado. Como resultado de la colaboración, se puede eliminar gran parte del inventario desplegado en un canal tradicional. La colaboración en una cadena de suministro también elimina o reduce el riesgo asociado con la especulación del inventario. Es posible eliminar un inventario significativo. La noción de la racionalización en la cadena de suministro no es que el inventario sea malo y deba eliminarse por completo; más bien, el despliegue del inventario debe ser dirigido por las necesidades económicas y de servicio, y no por prácticas tradicionales y de pronósticos.

Las empresas que han aumentado la competitividad de una cadena de suministro exhiben varias semejanzas. En primer lugar, sus prácticas en colaboración son dirigidas por la tecnología. En segundo, sus soluciones empresariales obtienen una superioridad competitiva. Por último, casi todas las iniciativas reúnen la experiencia y el talento de los participantes en la cadena de suministro en una combinación de proveedores de servicios integrados o terceros. En el centro de estas empresas está un compromiso firme por crear y conservar una cultura singular de la cadena de suministro. Dichas culturas se forjan al comprender de manera básica el riesgo, el poder y el liderazgo.

⁹Joseph A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy*, 6a. ed., Londres: Urwin Paperbacks, 1987.

Riesgo, poder y liderazgo

La dependencia es un impulsor principal de la solidaridad en la cadena de suministro. En la medida en que las empresas participantes reconocen una dependencia mutua, existe la posibilidad para desarrollar relaciones en colaboración. La dependencia impulsa la disposición para planificar una integración de las funciones, compartir información importante y participar en operaciones conjuntas. Los conceptos de **riesgo, poder y liderazgo** son esenciales para comprender la dependencia reconocida y cómo hacer funcionar la integración de la cadena de suministro.

Riesgo

Las empresas que participan en disposiciones de una cadena de suministro deben reconocer que son responsables de realizar funciones específicas. También deben confiar en que sus actividades serán mejores a largo plazo como resultado de la colaboración. Cada empresa se debe posicionar para especializarse en un área o función operativa basada en su **competencia fundamental**. La fuerza que impulsa la integración de una cadena de suministro es aprovechar estas competencias fundamentales.

Como regla general, un integrante de una cadena de suministro cuya competencia es muy especializada asumirá un riesgo comparativamente menor con respecto al desempeño general. Por el contrario, las empresas que arriesgan mucho se posicionan como facilitadoras principales y afrontarán el mayor riesgo en la disposición de la cadena de suministro. Las empresas con una especialización singular, participarán muy a menudo en varias cadenas de suministro. Por ejemplo, un mayorista afronta un riesgo como resultado de conservar productos para un fabricante específico. La práctica tradicional entre los mayoristas es protegerse contra tal riesgo al ofrecer a los clientes un surtido de muchos productos de diferentes fabricantes, con lo cual dejan de depender de un proveedor.

En contraste, un fabricante con una línea de productos limitada puede estar totalmente cautivo en pocas disposiciones de una cadena de suministro. En esencia, el fabricante apuesta a que tengan éxito los negocios en los que colabora. Para los fabricantes, el compromiso con las disposiciones de una cadena de suministro puede ser arriesgado. El **riesgo desproporcionado** entre los integrantes de un canal tiene una importancia primordial porque estructura las relaciones de dependencia y determina cómo se administrará la colaboración. Algunos participantes dependen mucho más que otros del éxito de la cadena de suministro. Por lo tanto, se espera que los participantes que tienen mayor riesgo asuman funciones activas y soporten mayor responsabilidad para facilitar la colaboración.

Poder

En un sentido práctico, la prerrogativa e incluso la obligación para encabezar la colaboración están con el participante de la cadena de suministro que tiene el mayor poder relativo. En muchas situaciones, ese participante también será la empresa que tiene el mayor riesgo. Durante la década de 1990 han ocurrido importantes cambios de poder en los negocios. Uno de ellos es el mayor poder de los minoristas, como resultado de cuatro descubrimientos independientes entre sí.

Primero, la tendencia general de la consolidación del menudeo se tradujo en menos minoristas pero más dominantes, con una cobertura más extensa del mercado. Segundo, la proliferación en el uso de datos de puntos de venta, programas de compras frecuentes y tarjetas de crédito, permite a los minoristas un rápido acceso a información vital del mercado. Como resultado, los minoristas están posicionados para identificar y atender con rapidez las tendencias de los clientes. Muchos comerciantes de productos masivos tienen computadoras en las tiendas y una transmisión continua de los puntos de venta para mantener a los distribuidores completamente informados de las tendencias en evolución en el mercado. Un tercer factor que favorece a los minoristas es la mayor dificultad y el alto costo que enfrentan los fabricantes para desarrollar marcas nuevas. El hecho es que muchos productos privados propiedad de los minoristas tienen mayor penetración en el mercado que las marcas nacionales. Por ejemplo, The Gap y The Limited distribuyen casi exclusivamente mercancías de marca privada. Por último, como se analizó durante el texto, el proceso del abasto logístico ha cambiado hacia una posición basada en la respuesta. La puntualidad y la manipulación sofisticada de un sistema logístico de alta velocidad controlado por el mercado son dirigidas de

manera ideal desde el punto de compras. El valor final o definido de la cadena de suministro se obtiene cuando los clientes compran productos.

Si bien las fuerzas señaladas son una realidad moderna, no todas avanzan hacia el poder en la cadena de suministro. Los ambientes de comercialización desordenados actuales provocan que se distribuyan cada vez más productos entre los canales, para atender mercados específicos que son volátiles y cambian con rapidez. Los nuevos formatos de menudeo, tanto basados en Internet como tradicionales, hacen menos precisas las disposiciones de un canal. El resultado es que los fabricantes tienen una variedad más grande de alternativas para distribuir sus productos.

Como sustituto de una dependencia completa en el poder de marca tradicional, fabricantes seleccionados han reorganizado sus operaciones para convertirse en el proveedor dominante de productos o categorías seleccionadas. El movimiento hacia el dominio de la categoría permite a los fabricantes ofrecer mayor valor a sus socios posibles en una cadena de suministro. Además de las marcas superiores en precios competitivos, una posición dominante en una categoría puede implicar varias capacidades operativas importantes que aumentan el atractivo de una empresa como participante en una cadena de suministro.

Debido a que los fabricantes y los distribuidores han reposicionado las operaciones tradicionales, existe la posibilidad de aprovechar una colaboración. **Como regla general, las empresas poderosas tienden a integrarse en el desarrollo de disposiciones de una cadena de suministro.** Para que la disposición tenga éxito, las partes dominantes en la disposición de cooperación necesitan acordar un modelo de liderazgo.

Liderazgo

Así como las organizaciones individuales necesitan líderes, ocurre lo mismo con las cadenas de suministro. En la etapa actual de madurez de una cadena de suministro, no se puede efectuar ninguna generalización definitiva acerca de cómo las empresas adquieren una responsabilidad de liderazgo. En muchas situaciones, empresas específicas son impulsadas a una posición de liderazgo sólo como resultado de su tamaño, poder económico, patrocinio de los clientes o una cartera de productos muy detallada. En otras disposiciones, por razones menos obvias, existe una clara presencia de liderazgo por parte de una empresa, lo cual se reconoce en forma de una dependencia y respeto mutuos por parte de los otros participantes en la cadena de suministro. En otras situaciones, el liderazgo parece gravitar hacia la empresa que inicia la relación.

La diversidad de relaciones de la cadena de suministro extendida

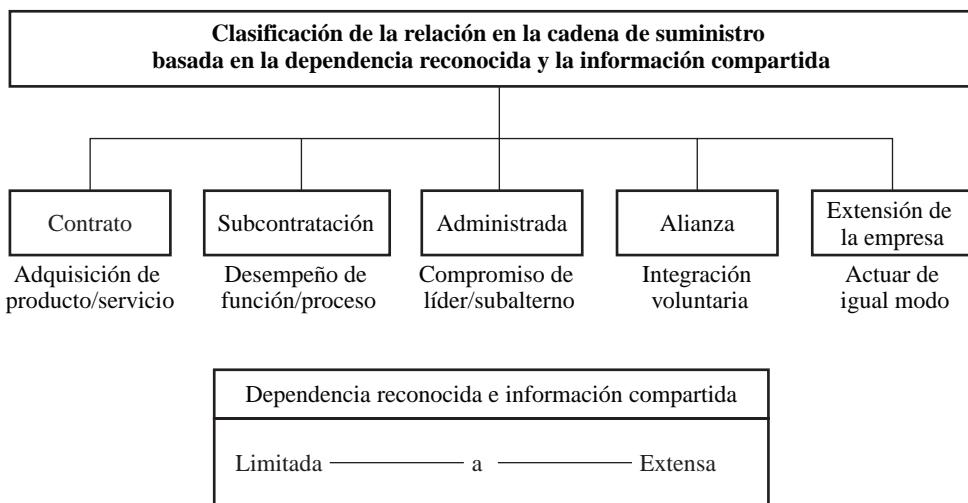
Existen numerosos tipos y formas de relaciones entre las organizaciones que tienden a caracterizarse como ejemplos de integración y colaboración de la cadena de suministro.¹⁰ La figura 15.4 presenta un sistema de clasificación para estas relaciones.

Como se analizó antes, la fuerza motriz implícita en la aparición de relaciones de colaboración entre las empresas en una cadena de suministro es el reconocimiento de una dependencia mutua. Cuando una empresa reconoce una dependencia con sus proveedores y/o sus clientes, está puesto el escenario para una colaboración. El grado en que todas las partes dentro de la relación identifican y reconocen la dependencia, define la naturaleza de la relación resultante.

Como se observa en la figura 15.4, existen cinco formas básicas de colaboración entre los participantes de una cadena de suministro. Las más elementales de ellas son la contratación y la subcontratación. En estas relaciones, se reconoce una dependencia en un grado limitado. La contratación con un proveedor o cliente introduce una dimensión temporal en la compra y venta tradicionales al encuadrar las expectativas de precio, servicio y desempeño en un periodo especificado. Un fabricante puede contratar con un proveedor de materias primas o de piezas la compra de artículos específicos para un periodo determinado a un precio acordado. A su vez, el proveedor acepta entregar los artículos especificados según los términos y los requerimientos de entrega negociados. En la subcontratación, la atención cambia de comprar o vender un producto o materia prima a

¹⁰Es muy diversa la terminología utilizada para describir los tipos de relaciones. Para un análisis, consulte Lloyd Rinehart, James A. Eckert, Robert B. Handfield, Thomas J. Page Jr. y Thomas Atkin, "An Assessment of Supplier Customer Relationships", *Journal of Business Logistics* 25, núm. 1 (2004), pp. 25-61.

FIGURA 15.4
Un sistema de clasificación de la relación



realizar un servicio o actividad específico. Las actividades que suelen subcontratarse van desde la manufactura hasta actividades logísticas, como el transporte o el almacenamiento. Sin embargo, es fundamental comprender que la contratación y la subcontratación no necesariamente implican una integración y una colaboración pormenorizada en la cadena de suministro. Las relaciones se dan con cierto grado de información compartida, principalmente información operativa, pero existe una planificación conjunta limitada entre las empresas participantes y suele haber períodos específicos para volver a licitar o para terminar las relaciones. Aunque las empresas que subcontratan funciones, o incluso procesos, deben mantener relaciones cordiales con los proveedores de servicio, el servicio que se proporciona se especifica con precisión en términos de desempeño y costo, y la relación entre las empresas se basa claramente en los principios de dirección y control tradicionales, en donde el comprador es el líder.

En las relaciones administradas, una empresa dominante asume la responsabilidad de liderazgo y busca una colaboración con socios comerciales y/o proveedores de servicios. En tales relaciones es frecuente que se comparta no sólo la información operativa sino también, en un grado limitado, la información estratégica. Además, existe una planificación conjunta limitada, en la medida en que las firmas independientes comprenden que será mejor que colaboren y sigan al líder. Una característica distintiva de dichas relaciones es la expectativa de que la relación será continua y que no existe un marco de tiempo específico para terminar o volver a licitar la relación. Sin embargo, aunque el líder debe considerar el bienestar de todos los participantes, la relación es determinada básicamente por la dirección y el control provenientes de la fuerza del líder.

Aunque se puede utilizar terminología diferente, las relaciones de colaboración entre los participantes de una cadena de suministro se pueden describir como alianzas o, en casos extremos, como extensiones de una empresa. La característica distintiva de estas relaciones es que son controladas por el deseo y la disposición de los participantes para colaborar voluntariamente de manera intelectual y operativa. Aceptan voluntariamente la integración de los recursos humanos, financieros, operativos o técnicos para crear una mayor eficiencia e impacto con los clientes. Al final, mediante la colaboración, las empresas participantes crean políticas conjuntas y operaciones integradas. La relación incluye una planificación conjunta extensa y se espera que sea continua cuando menos a mediano plazo y es posible que a muy largo plazo. Una extensión de la empresa representa el extremo de la interdependencia y la información compartida. En dichos casos, dos o más empresas están dispuestas a integrarse en un grado en que, en esencia, se consideran una sola entidad. De hecho, existen relativamente pocos ejemplos de alianzas y

extensiones de la empresa. Una disposición como la planificación, pronósticos y reabasto en colaboración (CPFR), analizada en el capítulo 3, ofrece un ejemplo de las posibilidades de estas formas de colaboración.

Sistema integrado de una cadena de suministro¹¹

Se requiere un sistema integrado de la cadena de suministro para definir la naturaleza de la colaboración requerida en las alianzas y las extensiones de una empresa. Tal sistema necesita que se identifiquen e implementen las capacidades y las competencias esenciales para integrar la logística de una cadena de suministro. La creación de un valor relacionada con la integración de la cadena de suministro se obtiene mejor mediante una dirección simultánea de los cuatro flujos fundamentales de la figura 15.5: del producto/servicio, de la atención del mercado, de la información y del efectivo.

El flujo del valor del producto/servicio representa el movimiento de valor agregado de los productos y los servicios desde el origen de las materias primas hasta los consumidores finales. El valor de un producto aumenta mientras fluye a lo largo de la cadena de suministro como resultado de las actividades de modificación física, empacado, acercamiento al mercado, personalización, apoyo de servicio y otras que mejoran la necesidad del producto por parte del consumidor final.

Aunque el flujo del producto/servicio suele moverse desde el recurso básico hasta los clientes finales, como se señaló antes, las disposiciones de la cadena de suministro también deben atender los flujos inversos importantes, como la recuperación de productos, la reclamación y el reciclado. El flujo de atención del mercado ofrece una estructura para lograr una administración del servicio después de las ventas. La atención del mercado también implica un intercambio de información acerca de los esquemas de ventas y de la utilización del producto, datos esenciales para la planificación de la cadena de suministro. Algunos ejemplos son los requerimientos de personalización de los productos, los datos de los puntos de venta (point-of-sale, POS), el consumo del cliente final y las liberaciones de los almacenes. Esta información permite a los integrantes de la cadena de suministro identificar el tiempo y la ubicación del consumo del producto en el canal. La planificación y las operaciones se sincronizan mejor cuando todos los participantes comprenden la demanda y los esquemas de consumo.

El flujo de la información es un intercambio bidireccional de datos de transacciones, estado del inventario y planes estratégicos entre los participantes de una cadena de suministro. Los ejemplos comunes de este aspecto de la colaboración son los pronósticos, los planes promocionales, los pedidos de compra, los reconocimientos de pedidos, la información de embarque y de inventario, las facturas, los pagos y los requerimientos de abasto. El intercambio de información inicia, controla y registra el flujo del valor del producto/servicio. Antes, gran cantidad del flujo de la información se manejaba en papel; ahora se intercambia mediante una conectividad por EDI o por la Web.

El efectivo suele fluir en dirección inversa a la de las actividades de valor agregado. Sin embargo, en las disposiciones relacionadas con promociones y rebajas, el efectivo fluye para facilitar el movimiento del producto y el servicio. La velocidad del flujo de efectivo y la utilización del activo son fundamentales para un desempeño superior de la cadena de suministro.

¹¹Esta sección y las ilustraciones se basan en Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Council of Supply Chain Professionals, Oak Brook, IL, 1999.

FIGURA 15.5
Flujos de una cadena de suministro

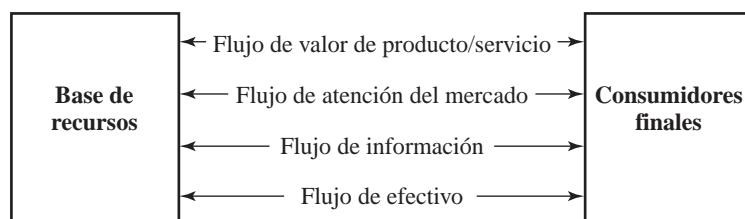
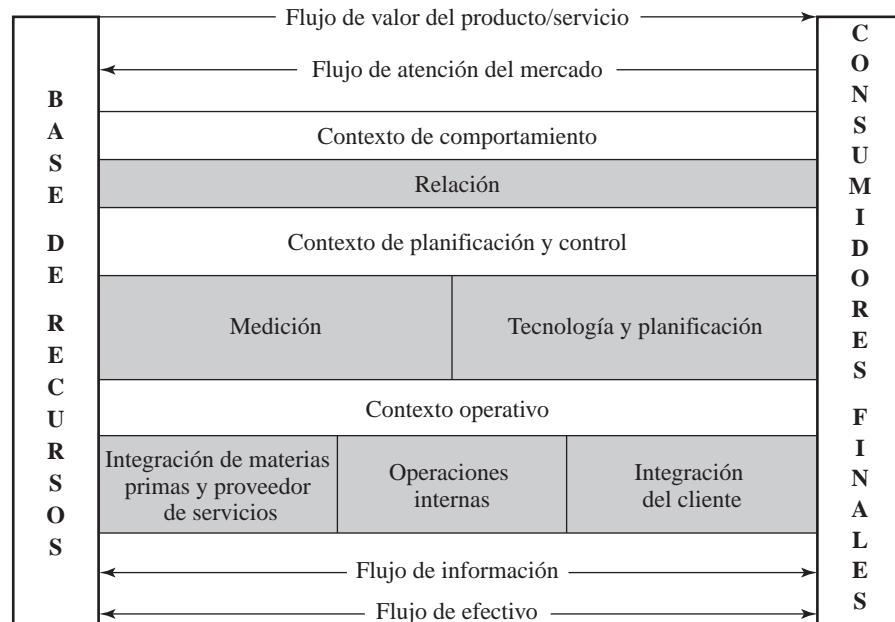


FIGURA 15.6
Sistema de la cadena de suministro



Por supuesto que estos cuatro flujos deben ocurrir entre las empresas incluso cuando no está integrada la cadena de suministro. Sin embargo, las situaciones caracterizadas por una coordinación y una integración bajas entre los participantes de una cadena suelen provocar retrasos, redundancia e ineficiencia. Para facilitar los flujos eficaces en la cadena de suministro, deben integrarse las competencias y las capacidades que las apoyan.

Estructuras del sistema

El sistema integrado de la cadena de suministro presentado en la figura 15.6 abarca una amplia variedad de capacidades y competencias; sirve para facilitar las operaciones en el contexto de una cadena de suministro al integrar no sólo estas dos últimas, también el trabajo básico, las funciones, las capacidades y las competencias.

Una actividad o trabajo básico, como la recolección de pedidos o el manejo de un camión, es la parte más visible de las operaciones logísticas. El contenido de las actividades suele ser específico de una industria o de una empresa; sin embargo, en general se agrupa en unidades organizacionales para facilitar el control. Por ejemplo, se agrupan todas las actividades relacionadas con el almacenamiento. Otro agrupamiento común es organizar todas las actividades relacionadas con el transporte en un departamento de transporte. Estos agrupamientos de funciones son importantes porque son elementos muy visibles de una organización. Desde hace mucho tiempo, los departamentos han sido el punto de atención del presupuesto financiero, la medición del desempeño y el control operativo. Las disposiciones del trabajo funcional son los impulsores de la mejor práctica logística. Las funciones o los impulsores se combinan para crear un valor. El cambio fundamental en el pensamiento operativo es considerar la excelencia funcional en términos del desempeño de los procesos que mejora la integración *general* de la cadena de suministro.

Para lograr una integración, el valor funcional debe concentrarse en términos de las capacidades universales. Una **capacidad** es el nivel esencial de conocimiento y de logro para desarrollar un desempeño integrado. Las capacidades se orientan a por qué se realiza un trabajo, en contraste con una perspectiva funcional que se interesa en cómo se efectúa. La capacidad refleja la contribución de valor del trabajo. Una capacidad conlleva la aplicación de los principios de integración que permiten sincronizar varias funciones en competencias que crean un valor. Mientras que las actividades y las funciones pueden ser muy relevantes para industrias y situaciones de trabajo específicas,

TABLA 15.1 Contexto, competencias y capacidades de apoyo de una cadena de suministro

	Contexto operativo			Contexto de planificación y control		Contexto de comportamiento
Competencias	Integración del cliente	Integración interna	Integración del proveedor de materias primas/servicio	Integración tecnológica y de planificación	Integración de la medición	Integración de la relación
Capacidades de apoyo	Atención segmentada	Unificación entre funciones	Alineación estratégica	Administración de la información	Valoración de las funciones	Especificidad de funciones
	Relevancia	Estandarización	Fusión operativa	Comunicación interna	Metodología de costo total y basada en actividades	Lineamientos
	Capacidad de respuesta	Simplificación	Enlace financiero	Conectividad	Métrica pormenorizada	Información compartida
	Flexibilidad	Cumplimiento	Administración del proveedor	Pronósticos y planificación en colaboración	Impacto financiero	Ganancia/riesgo compartidos
		Adaptación estructural				

las capacidades son universales. Estas últimas abarcan toda la cadena de suministro y se pueden aplicar a los proveedores, los fabricantes, los mayoristas/distribuidores y a través de toda la variedad de formatos de menudeo. Las capacidades que reflejan la mejor práctica logística en cierta medida se pueden observar en todas las empresas que participan en una cadena de suministro.

Algunos ejemplos de las capacidades son: 1) identificar y atender las necesidades de clientes específicos; 2) trabajar con los socios de la cadena de suministro para lograr operaciones integradas; 3) compartir de manera eficaz la información operativa y de planificación entre los socios de la cadena de suministro; 4) medir y comprender el desempeño general de la cadena de suministro; y 5) compartir los beneficios y los riesgos.

La fusión de las capacidades produce **competencias** universales. La tabla 15.1 detalla las capacidades relacionadas con cada una de las competencias que se integran y se agrupan en términos de su contexto en la cadena de suministro. El contexto operativo incluye los procesos tradicionales relacionados con la adquisición, la producción y la atención al cliente. El contexto de planificación y control incorpora los sistemas de tecnología de la información y de planificación, al igual que la competencia de la medición. El contexto de comportamiento se relaciona con el modo en que una empresa administra las relaciones internas y externas entre las entidades de la cadena de suministro.

El contexto operativo

Las operaciones son los procesos que facilitan el cumplimiento de un pedido y el reabasto a través de la cadena de suministro. Para lograr un desempeño destacado en un contexto operativo, las empresas deben concentrarse en el cliente, deben lograr una coordinación entre las organizaciones y destacar en el desempeño de las funciones y los procesos.

La integración del cliente se basa en las filosofías y las actividades que desarrollan intimidad y es la competencia que desarrolla una ventaja competitiva duradera. Las empresas siempre han puesto atención en las necesidades de los clientes, pero sólo recientemente han comenzado a identificar y considerar sus diferencias en términos de una segmentación operativa viable. Cualquier empresa que busca una integración de la cadena de suministro también debe mostrar un fuerte compromiso con las capacidades de apoyo de la segmentación, la relevancia, la capacidad de respuesta y la flexibilidad.

La integración interna se concentra en las actividades y los procesos conjuntos dentro de una empresa que coordinan las funciones relacionadas con la adquisición, la manufactura y la atención del cliente. Muchas empresas han intentado integrar las funciones internas, pero la evidencia anecdótica y cuantitativa sugiere que hay brechas importantes. Los administradores suelen informar más éxito en la coordinación con los clientes que con sus propias operaciones de manufactura, logísticas y de mercadotecnia. Las capacidades que apoyan la integración interna son la unificación entre las funciones, la estandarización, la simplificación, el cumplimiento y la adaptación estructural.

La integración con el proveedor se concentra en las capacidades que crean vínculos operativos con los participantes en la cadena de suministro que proporcionan materias primas y servicios. Aunque el cliente es el punto central fundamental o el impulsor de la cadena de suministro, el éxito general también depende de la alineación estratégica, la fusión operativa, los vínculos financieros y la administración de proveedores. La competencia en la integración de los proveedores produce una ejecución impecable de las capacidades en los procesos de trabajo internos. Las empresas que buscan destacar deben combinar sus procesos operativos con los de los socios del suministro para cumplir las expectativas cada vez más amplias y demandantes del cliente.

Es significativo que las 13 capacidades que apoyan la integración con el cliente, interna, y con los proveedores, se puedan identificar, cuantificar y aprender dentro de la organización.

El contexto de planificación y control

La excelencia operativa debe apoyarse mediante capacidades integradas de planificación y medición. Esto implica unir la tecnología a través de la cadena de suministro para vigilar, controlar y facilitar su desempeño general.

La integración de la planificación y el control se relacionan con el diseño, la aplicación y la coordinación de la información para mejorar las compras, la manufactura, el cumplimiento de pedidos del cliente y la planificación de los recursos. Esta competencia incluye el acceso a una base de datos para poder compartir la información adecuada entre los participantes de la cadena de suministro. También tienen que ver con los sistemas de transacciones para iniciar y procesar el reabasto y los pedidos del cliente. Además de la administración de la información, es esencial que se desarrollen capacidades relacionadas con la comunicación interna, la conectividad y la colaboración.

La integración de la medición es la capacidad para vigilar y establecer puntos de referencia del desempeño de las funciones y los procesos, dentro de la empresa y a través de la cadena de suministro. Debido a que cada empresa es única, el esfuerzo de colaboración debe definir, volver operativas y vigilar las medidas estándar o comunes. La competencia en la medición requiere capacidades para valorar las funciones y metodologías basadas en las entidades, una métrica por menorizada y una valoración del impacto financiero.

El contexto de comportamiento

La administración eficaz de las relaciones es la competencia final esencial en los compromisos en una cadena de suministro. La implementación exitosa de la estrategia de la cadena de suministro reside en la calidad de la relación empresarial básica entre los participantes. En general, los administradores tienen mucha más experiencia en competir que en colaborar.

Si bien existen lineamientos para el desarrollo de relaciones significativas y distintivas en la cadena de suministro, no hay dos situaciones idénticas. No existen atajos ni sustitutos para el compromiso detallado necesario para construir y desarrollar relaciones exitosas a largo plazo. Al tratar con los clientes, los proveedores y los proveedores de servicios, las empresas deben especificar las funciones, definir los lineamientos, compartir información, riesgos y ganancias, resolver conflictos y, cuando sea necesario, deshacer un acuerdo improductivo. Los conjuntos de habilidades administrativas requeridos para una integración exitosa de la cadena de suministro requieren el desarrollo de una cultura entre las organizaciones. Esto es muy cierto porque el ambiente dinámico en el que compiten las empresas requiere una revisión regular de las suposiciones, los procesos y las medidas para asegurar que las relaciones sigan siendo relevantes.

Por último, una amplia evidencia sugiere que los administradores deben planificar el desmantelamiento final o la renovación de las cadenas de suministro. Aunque algunas disposiciones

encuentran una muerte natural como resultado de perder impulso, otras perseveran hasta el punto que ya no representan una práctica destacada. Por lo tanto, igual que casi todas las otras preocupaciones administrativas, la integración de la cadena de suministro es una situación dinámica que debe reevaluarse sin cesar.

Inicio de las relaciones

En un esfuerzo por comprender mejor la anatomía de lo que produce una relación en colaboración exitosa, se contemplaron casos clínicos en profundidad con empresas de manufactura que suelen reconocerse como líderes en las disposiciones entre las organizaciones.¹² Las alianzas investigadas incluyeron relaciones con proveedores de materias primas, proveedores de servicios logísticos y distribuidores. Se desarrollaron lineamientos acerca de iniciar, implementar y conservar la vitalidad de una alianza. Aunque la atención se centró en las alianzas, la lógica se puede ampliar a cualquier relación en colaboración exitosa.

Las alianzas estudiadas fueron iniciadas por la empresa que era el cliente en la relación. Una explicación posible para este esquema es el ejercicio del poder de compra. En una relación comprador/vendedor, el segundo a menudo implementará los cambios razonables a petición de su cliente, para facilitar el intercambio entre las organizaciones. Asimismo, cuando el personal de un vendedor se acerca a un cliente potencial para formar una alianza, la sugerencia no lleva el mismo peso e impacto que cuando la sugerencia es generada dentro de la organización de la empresa que compra.

Algunas alianzas no siguen este esquema. En algunos casos, en realidad el vendedor hizo atractivo el acuerdo inicial al conceptualizar la viabilidad de la alianza. Una vez que el cliente estuvo preparado para formar la alianza, inició un análisis más detallado.

Otra consideración importante durante el desarrollo de una relación en colaboración es la necesidad de que la empresa que toma la iniciativa realice una valoración a profundidad de sus prácticas, políticas y cultura internas. La empresa que toma la iniciativa debe evaluar su capacidad para hacer los cambios internos necesarios para implementar y apoyar una relación exitosa.¹³ Por ejemplo, en las alianzas fabricante/proveedor de materias primas, el fabricante tenía que examinar su capacidad para redefinir la importancia del precio de compra. Los compradores necesitaban un método para incorporar los beneficios intangibles de una alianza en las evaluaciones competitivas. La clave para el comprador era evaluar el costo total de propiedad, no estrictamente el precio de compra.

Otra valoración interna incluye la capacidad para habilitar en verdad a los contactos importantes de la alianza para administrar la relación. Por ejemplo, los fabricantes necesitaban valorar con honestidad el nivel de integración operativa y estratégica que podían fomentar con los proveedores de servicios. La integración que generaba el tipo de ventaja competitiva previsto en el diseño inicial de la alianza, como una mayor productividad de respuesta rápida para los pedidos de los clientes, sólo se podía obtener al compartir mucha información. Las preguntas que deben abordarse se relacionan con el nivel de capacidad de los sistemas, la recopilación de datos, el análisis, la medición del desempeño y la capacitación que se requerían para compartir la información de una manera oportuna y precisa.

También es necesario evaluar la capacidad de integración si la alianza implica varias plantas, almacenes y/o tiendas participantes que operan bajo diferentes condiciones, capacidades o requerimientos competitivos. Esto es muy importante para las empresas que operan varias ubicaciones de almacenes y/o tiendas. Una preocupación importante en esta situación es la capacidad para que las unidades internas utilicen prácticas operativas comunes y sistemas de información com-

¹²Esta sección se adaptó de Judith M. Schmitz, Robert Frankel y David J. Frayer, "ECR Alliances: a Best Practice Model", un proyecto conjunto de la industria sobre la respuesta eficiente de los consumidores, Grocery Manufacturers Association, Washington, D.C., 1995.

¹³Para un análisis a profundidad de la valoración interna, consulte Clifford F. Lynch, *Logistics Outsourcing: A Management Guide* (Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 2000), pp. 37-38.

patibles. La flexibilidad de adaptación para cumplir los requerimientos específicos basados en el mercado es importante para la viabilidad a largo plazo.

Implementación de la relaciones

La clave para una implementación exitosa es elegir un socio de manera inteligente. Los socios deben tener culturas compatibles, una visión estratégica común y filosofías cooperativas de apoyo. No es importante que las culturas de las organizaciones sean idénticas; más bien, las intenciones estratégicas de las filosofías deben ser compatibles para asegurar que las competencias y las fortalezas fundamentales sean complementarias.

Por ejemplo, los fabricantes iniciaron alianzas con los proveedores de servicios, en parte, para lograr mejores operaciones de almacenamiento, confiabilidad del transporte y/o mejores programas de consolidación para apoyar su ventaja competitiva estratégica particular en el mercado. Aunque los proveedores de servicios son líderes, los fabricantes pueden tener conceptos y operaciones más sofisticados acerca de la calidad, de los estándares de medición del desempeño y de los conocimientos. La atracción entre los socios se basa, en un grado considerable, en la capacidad y la disposición de los proveedores de servicios para ofrecer soluciones operativas innovadoras y creativas, basadas en la información para los problemas del fabricante y en el deseo de los proveedores de servicios por asimilar los conocimientos de medición de la calidad y el desempeño que son el sello distintivo del fabricante. En este sentido, las filosofías operativas de los socios de la alianza se apoyan y complementan entre sí, sobre todo al destacar su visión estratégica común de mejorar los procesos logísticos por todo el sistema.

Las alianzas deben comenzar en una pequeña escala para fomentar que se alcancen éxitos con facilidad o victorias tempranas. Es importante que éstas se reconozcan para motivar a los contactos importantes y desarrollar confianza sobre el desempeño de la alianza. Por ejemplo, en las alianzas de fabricante/proveedor de materias primas, comenzar con poco significaba que al principio no se hacían inversiones en tecnología de la información. Los sistemas de comunicación manuales eran suficientes y proporcionaban la oportunidad para los contactos importantes. Un problema fundamental es implementar la alianza en su forma más sencilla y después afinar la disposición con sofisticación tecnológica cuando los mejoramientos agreguen un valor sustancial.

Conservación de las relaciones

La continuidad a largo plazo depende de tres actividades fundamentales: 1) las metas estratégicas y operativas mutuas, 2) las mediciones del desempeño en dos sentidos, y 3) los mecanismos de retroalimentación, formales e informales.

Cuando se implementa una alianza, cada una de las partes debe determinar las metas estratégicas y operativas. Esta propuesta se ha analizado mucho en la prensa académica y empresarial y es atractiva para el sentido común. Tal vez se comprenda menos que, para obtener mejoramientos a largo plazo, estas metas deben dirigirse, revisarse y actualizarse con frecuencia. Por ejemplo, si un fabricante desarrolla un producto nuevo, debe establecer con los clientes una meta mutua sobre la posición del producto, sobre todo en su lanzamiento al mercado. Estas metas deben incluir un análisis de la función fundamental del distribuidor en la introducción y aceptación del producto nuevo.

Las metas deben traducirse en mediciones específicas del desempeño que se puedan seguir de manera continua. Las mediciones del desempeño utilizadas y la frecuencia de la medición deben determinarse de manera conjunta. Asimismo, las mediciones deben ser en dos sentidos. Muy a menudo, las mediciones del desempeño entre los fabricantes y los proveedores de materias primas se concentran específicamente en los atributos del desempeño de los proveedores, como la entrega a tiempo y la calidad. Una de las alianzas estudiadas desarrolló una medición conjunta del éxito: el inventario total de los sistemas. El fabricante reconocía que era importante para ambos socios reducir el inventario, no sólo para el fabricante. La medición del inventario total de los sistemas incluye a ambos socios, para asegurar que las reducciones sean reales y beneficien a ambas partes.

La información sobre el desempeño se proporciona mediante métodos formales e informales. Las revisiones anuales son valoraciones formales del desempeño de la alianza, incluyen a los

administradores principales y se concentran principalmente en examinar y actualizar las metas estratégicas. Las revisiones trimestrales o mensuales no son tan formales como las valoraciones anuales y, en general, no incluyen a los administradores principales. Se concentran en detectar y revisar las metas estratégicas del desempeño operativo. Cuando se utilizan, las revisiones permiten hacer cambios en la práctica operativa para lograr metas estratégicas y crear una avenida en la cual identificar los proyectos de mejoramiento continuo.

Las revisiones semanales o diarias también pueden ocurrir de manera informal, son realizadas por los contactos importantes y pretenden resolver problemas específicos e identificar oportunidades potenciales para el mejoramiento. Son fundamentales para resolver o evitar conflictos y permiten a los contactos importantes desarrollar relaciones de trabajo cercanas. Aunque la naturaleza del proceso suele ser informal, los mecanismos de resolución pueden ser muy detallados. Por ejemplo, cuando un fabricante y un proveedor de servicios asociado no operan en el mismo lugar físico, los socios deben tener listas específicas del personal para comunicarse en la planta y en el centro de atención al cliente o en el almacén del proveedor de servicios.

Desarrollo de la confianza

Es evidente que no puede existir una colaboración verdadera en las relaciones de una cadena de suministro sin una confianza significativa. Si bien una empresa poderosa puede afectar el comportamiento de una organización con menos poder, el cambio en el comportamiento puede ser temporal e introducirse sin mucha disposición. La investigación también ha demostrado que la utilización regular de coerción por parte de una organización finalmente conduce a que la empresa vulnerable busque relaciones alternas en la cadena de suministro.¹⁴ Además, la premisa fundamental de las relaciones en colaboración es que la administración de una cadena de suministro requiere que las empresas colaboren para encontrar formas que aumenten el valor proporcionado a los consumidores finales. De hecho, la investigación muestra con claridad que la presencia de confianza mejora mucho las oportunidades de un desempeño exitoso en la cadena de suministro.¹⁵

Pero la confianza es un concepto elusivo que significa cosas diferentes para personas distintas. De modo que es necesario contestar dos preguntas. Primera, en un contexto de la cadena de suministro, ¿qué es la confianza? Segunda, ¿cómo pueden las organizaciones desarrollar confianza entre sí?

Confianza basada en la confiabilidad y en el carácter

Está claro que la confianza tiene más de una dimensión. Aunque existen varias topologías de la confianza, el modo más significativo de comprenderla en la colaboración de la cadena de suministro es diferenciar entre la confianza basada en la confiabilidad y aquélla basada en el carácter.

La **confianza basada en la confiabilidad** es el modo en que una organización percibe la conducta real y el desempeño operativo de un socio potencial. En esencia, implica la percepción de que el socio está dispuesto a funcionar y es capaz de hacerlo según lo prometido. Si los participantes en una cadena de suministro no confían en el desempeño prometido del socio, fracasan todos los esfuerzos para desarrollar relaciones en colaboración. En pocas palabras, una empresa percibida como incapaz de cumplir con lo prometido también se percibe como poco confiable y, por lo tanto, poco digna de confianza en una relación.

La **confianza basada en el carácter** se asienta en la cultura y la filosofía de una organización. En esencia, surge de las percepciones en las que están interesados los socios en la cadena de suministro acerca del bienestar de los demás y que no actuarán sin considerar el impacto de

¹⁴Nirmalya Kumar, "The Power of Trust in Manufacturer-Retailer Relationships", *Harvard Business Review*, noviembre/diciembre de 1999, p. 98.

¹⁵Ik-Whan G. Kwon y Taewon Suh, "Factors Affecting the Level of Trust and Commitment in Supply Chain Relationships", *Journal of Supply Chain Management* 40, núm. 2, primavera de 2004, p. 4.

las acciones de ellos.¹⁶ Cuando se desarrolla este aspecto de la confianza, los participantes no se sienten vulnerables ante las acciones de los otros. Los socios confiados creen que cada uno protegerá el interés de los demás. Por ejemplo, un fabricante que comparte con un minorista sus planes de introducción de productos nuevos o de promociones, no compartirá esa información con un proveedor competidor. Asimismo, compartir la información del programa de producción con un proveedor de piezas componentes sólo ocurrirá cuando un fabricante confíe en que la información se utilizará de manera correcta.

Es evidente que la confianza basada en la confiabilidad es necesaria para formar relaciones en colaboración en las cadenas de suministro, pero no es una condición suficiente. Por ejemplo, se puede decir que existe confiabilidad con un socio que amenaza con represalias y no se aleja de esta conducta. Sin embargo, no es probable que su carácter sea confiable.

Está claro que la confianza se desarrolla con el tiempo y las interacciones repetidas entre las organizaciones. En particular, la confianza basada en el carácter evoluciona cuando los clientes perciben que cada uno actúa con limpia y equidad hacia los otros. Las nociones de la confianza basada en el carácter son muy relevantes cuando un socio de una cadena de suministro es claramente más poderoso que los demás. En tales situaciones, la confianza depende de la percepción de las empresas menos poderosas acerca de la justicia en las interacciones anteriores. A su vez, la justicia tiene dos componentes de interés: la justicia distributiva y la justicia en los procedimientos.

Justicia distributiva

La justicia distributiva depende de los riesgos, los beneficios y las recompensas que se comparten en la participación en una cadena de suministro. De hecho, tiene que ver con la percepción de los participantes de la cadena acerca de cuán equitativa es la compensación por el desempeño de sus funciones. Es probable que acciones como obligar al proveedor a tomar propiedad del inventario o reducir de manera unilateral los márgenes de ganancias permisibles en un canal de distribución, conduzcan a percepciones de desigualdad y falta de justicia. En tales circunstancias, no es probable que se desarrolle la confianza.

Justicia en los procedimientos

Por otra parte, la justicia en los procedimientos se relaciona con el modo en que se resuelven los problemas y las disputas entre los participantes en una cadena de suministro. Cuando una empresa poderosa impone unilateralmente su voluntad sobre las organizaciones con menos poder, el efecto es que destruye, o cuando menos debilita, la confianza. Cuando los problemas se discuten abiertamente y existe un mecanismo para considerar los puntos de vista de las partes, las empresas confían en que sus intereses serán considerados. Los conflictos se resuelven mediante la discusión abierta, la negociación y procedimientos como la mediación o el arbitraje. Por ejemplo, varios fabricantes, como Caterpillar, han desarrollado consejos de distribución que vigilan la implementación de las nuevas políticas relacionadas con la distribución y que sirven para resolver los conflictos entre un distribuidor específico y el fabricante. Es muy probable que tales métodos se perciban como procedimientos más justos que los aquellos que se basan sólo en el poder de una parte.

Desarrollo de confianza en las organizaciones

Éste requiere, primero, que una empresa muestre confiabilidad en sus operaciones, funcione según lo prometido y cumpla las expectativas con regularidad. Sin embargo, como se señaló antes, la confiabilidad es sólo un aspecto en el desarrollo de la confianza.

El segundo requerimiento importante para desarrollar confianza es compartir de manera completa y franca toda la información necesaria para el funcionamiento eficaz de la relación. De hecho, en todo el texto se ha insistido que la información compartida y la comunicación son la base para una colaboración eficaz. No es probable que sean confiables las empresas que acaparan la información o no comparten los hechos vitales.

¹⁶Nirmalya Kumar, "The Power of Trust in Manufacturer-Retailer Relationships", *Harvard Business Review*, noviembre/diciembre de 1999, p. 95.

Algo relacionado con compartir información son las explicaciones. A veces es necesario que una compañía, debido a las presiones de la competencia, realice acciones que sus socios en la cadena de suministro consideren amenazadoras. Por ejemplo, que un fabricante abra nuevos canales de distribución puede amenazar a los minoristas existentes. Dicha situación surgió cuando John Deere introdujo una segunda línea de segadoras de césped y reclutó a Home Depot y otros distribuidores independientes, por encima de su red tradicional. En tales situaciones, la confianza se mantiene mediante una explicación minuciosa de la razón y el caso empresarial que condujo a tal decisión.

En muchas maneras, todo el tema de la administración de la cadena de suministro es también un análisis de la administración de las relaciones. El texto se ha concentrado en los problemas relacionados con los procesos logísticos en la cadena de suministro y la administración de esos procesos a través de las fronteras de una compañía. Las relaciones operativas singulares entre los participantes de una cadena de suministro difieren mucho en la intensidad y el grado de la colaboración real. El poder, el liderazgo, el conflicto, la cooperación, el riesgo y la recompensa, son problemas fundamentales en la administración de una relación. Sin embargo, al final, la solución de estos problemas depende del desarrollo de confianza entre los participantes en la cadena de suministro.

Resumen

La logística experimenta un cambio monumental. A diario aparecen conceptos e ideas nuevos acerca del modo en que las mejores organizaciones alcanzan sus metas logísticas. El desafío es seleccionar las mejores prácticas comprobadas con el tiempo y combinarlas con las ideas y conceptos nuevos más aplicables.

Una revisión cuidadosa del desarrollo de una organización logística sugiere que las empresas más avanzadas han evolucionado a través de muchas formas de agrupamiento de funciones. La evolución comenzó desde una estructura muy fragmentada en la cual las funciones logísticas eran asignadas hasta una amplia variedad de departamentos distintos. Durante más de cuatro décadas, las empresas han agrupado una cantidad cada vez mayor de responsabilidades funcionales logísticas en unidades de una sola organización. El formato normal para el agrupamiento fue la estructura tradicional de una organización burocrática. El objetivo era agrupar las funciones en un esfuerzo por mejorar la integración operativa.

La aparición de una administración que se concentraba en los procesos fundamentales comenzó a orientarse a lo que se conoce como organizaciones horizontales. En la actualidad, las empresas más destacadas comienzan a experimentar con la administración de procesos. Existe cada vez más evidencia de que puede surgir una nueva forma de organización que adopte la utilización de la tecnología de la información para implementar y administrar la logística como una estructura transparente de la organización. Aunque tales disposiciones siguen siendo más conceptuales que reales, la tecnología de la información requerida ya existe en la actualidad. El concepto es muy atractivo para la administración de la logística, lo cual implica un desafío importante en términos del tiempo y el alcance geográfico de las operaciones.

Tal vez la actividad más difícil de todas es administrar el cambio en la organización. Ya sea el cambio estratégico, relacionado con los procesos fundamentales nuevos, operativo, o sólo de personal, los administradores deben desarrollar nuevas habilidades que les permitan implementar el cambio sin afectar el enfoque de la organización.

Además de administrar la organización interna, los ejecutivos de la cadena de suministro participan íntimamente en administrar las relaciones entre las organizaciones. Las relaciones en colaboración ofrecen un mecanismo para reducir el gasto operativo, mejorar la productividad y cumplir los requerimientos de los clientes. La integración exitosa requiere programas a través de la organización que faciliten la administración de las operaciones, la tecnología y la planificación, así como las relaciones. Al principio, la implementación y la conservación de relaciones con los proveedores y clientes depende mucho de la existencia de confianza entre las empresas. Aunque la confiabilidad es un aspecto fundamental de la confianza, el éxito final en la administración de las relaciones depende de evaluar el carácter mientras las empresas toman decisiones acerca de las cadenas de suministro en las que eligen participar.

Preguntas desafiantes

1. ¿Qué es el paradigma del agrupamiento de las funciones y por qué es importante?
2. Analice los tres retos que encara la logística cuando administra procesos y no funciones. Describa cada desafío y proporcione un ejemplo de cómo se puede superar.
3. ¿Qué significa el término “compresión estructural”? ¿Cómo afecta este concepto a la logística?
4. ¿Qué es una compañía horizontal y cómo se organiza este tipo de empresa? ¿Cuáles son las ventajas de este tipo de estructura de la organización?
5. Defienda una posición acerca de la pregunta siguiente: ¿el cambio radical en una organización requiere desintegrar las estructuras existentes?
6. ¿Qué crea poder en el contexto de la colaboración en una cadena de suministro? ¿Por qué muchos observadores sienten que el poder cambia o se acerca a los clientes en muchas disposiciones de una cadena de suministro?
7. Establezca los diferentes tipos de disposiciones de colaboración en una cadena de suministro. ¿Qué impulsa las diferencias?
8. Describa la relación entre las capacidades y las competencias logísticas.
9. ¿Cuáles son las consideraciones principales en el inicio de una alianza logística? ¿Y en la implementación? ¿Y en el mantenimiento?
10. Establezca la diferencia entre la confianza basada en la confiabilidad y en el carácter. ¿Por qué la confianza basada en el carácter es fundamental en las relaciones en colaboración?

Desempeño operativo, financiero y social

Medición de los objetivos del sistema

Evaluación operativa

Perspectivas funcionales

Medición de la atención al cliente

Métrica pormenorizada de la cadena de suministro

Benchmarking

Evaluación financiera

Ánalysis costo-ingresos

Modelo de ganancias estratégicas

Problemas sociales en la medición del desempeño de la logística

Requerimientos para el control interno

Protección de la cadena de suministro

Resumen

La creación de una ventaja competitiva mediante una logística de alto rendimiento requiere sistemas de medición integrados. El antiguo refrán “si no lo mides, no lo puedes administrar” es muy cierto para las actividades logísticas internas de una organización y externas con los socios de una cadena de suministro. Por esta razón, se debe establecer un sistema para evaluar el desempeño.

Medición de los objetivos del sistema

Para lograr los tres objetivos de monitorear, controlar y dirigir las operaciones logísticas deben desarrollarse sistemas de medición eficaces.

El **monitoreo** se consigue mediante el establecimiento de la métrica adecuada para seguir el desempeño del sistema y comunicarlo a la administración. Por ejemplo, se suele desarrollar una métrica y recopilar datos para informar el desempeño básico del servicio relacionado con las tasas de llenado y las entregas a tiempo, y para los costos logísticos como el transporte y el almacenamiento. El **control** se establece mediante los estándares adecuados del desempeño en relación con la métrica establecida para indicar cuándo requiere el sistema logístico una modificación o atención. Por ejemplo, si las tasas de llenado caen por debajo de los estándares, los administradores de la logística deben identificar las causas y hacer ajustes para que el proceso vuelva a los estándares. El tercer objetivo, la **dirección**, se relaciona con la motivación de los empleados y la recompensa

FIGURA 16.1
Modelo de valor para un accionista



por el desempeño. Por ejemplo, algunas compañías estimulan al personal del almacén para lograr altos niveles de productividad. Reciben un pago por ocho horas de trabajo con base en las medidas estándar de recolección o carga. Si terminan las tareas en menos de esas horas, obtienen tiempo libre personal.

Un objetivo primordial del desempeño logístico superior es mejorar el **valor para el accionista**. Por lo tanto, un sistema de medición pormenorizado debe abordar los puntos fundamentales del impacto en el valor para el accionista. La figura 16.1 ofrece un sistema que considera la excelencia en las operaciones y la utilización del activo en el desempeño logístico. En la dimensión de la excelencia operativa, la métrica importante se concentra en una mejor atención al cliente mediante un mayor éxito de éste y el costo total de servicio más bajo.

La utilización del activo refleja la eficacia en administrar el activo fijo y el capital de trabajo de la empresa. El activo fijo de capital incluye las plantas de fabricación y de almacenamiento, el equipo de transporte y de manejo de materiales, así como el hardware de la tecnología de la información. El capital de trabajo representa el efectivo, la inversión en el inventario y el diferencial en las inversiones relacionadas con las cuentas por cobrar en contra de las cuentas por pagar. En particular, con una administración más eficiente del activo en relación con las operaciones logísticas, la empresa puede liberar el activo de la base existente. Este capital liberado se conoce como **rotación del efectivo** y se utiliza para reinvertir en otros aspectos de la organización. La utilización general del activo es muy importante para los accionistas y el modo en que los inversionistas financieros contemplan la empresa.

Evaluación operativa

Un sistema para evaluar el desempeño logístico requiere primero una perspectiva de las funciones. Además del desempeño funcional básico, los métodos mejorados para medir la atención al cliente reciben cada vez más atención en muchas organizaciones. La medición del desempeño integrado de la cadena de suministro plantea un reto importante para la administración contemporánea. El benchmarking es el cuarto interés en la evaluación de la logística.

Perspectivas funcionales

La investigación realizada durante varios años sugiere que las medidas funcionales del desempeño logístico se clasifican en estas categorías: 1) el costo, 2) el servicio al cliente, 3) la calidad, 4) la

TABLA 16.1 Métrica normal del desempeño

Administración del costo	Servicio al cliente	Calidad	Productividad	Administración del activo
Costo total	Tasa de llenado	Frecuencia del daño	Unidades embarcadas por empleado	Rotaciones del inventario
Costo por unidad	Agotamiento de las existencias	Precisión en la introducción de pedidos	Unidades por dólar de mano de obra	Niveles del inventario, número de días de suministro
Costo como porcentaje de las ventas	Errores de embarque	Precisión en la recolección/el embarque	Pedidos por representante de ventas	Inventario obsoleto
Flete hacia el interior	Entrega a tiempo	Precisión en los documentos/facturación	Comparación para un estándar histórico	Retorno sobre el activo neto
Flete hacia el exterior	Pedidos atrasados	Disponibilidad de la información	Programas de metas	Retorno sobre la inversión
Costo administrativo	Tiempo del ciclo	Precisión de la información	Índice de productividad	Clasificación del inventario (ABC)
Procesamiento de pedidos del almacén	Regularidad de la entrega	Número de reclamaciones de crédito	Tiempo de inactividad del equipo	Valor económico agregado (EVA)
Costo de mano de obra directa	Tiempo de respuesta a las consultas	Número de devoluciones del cliente	Productividad de la introducción de pedidos	Productividad de la mano de obra del almacén
Comparación del costo real contra el presupuestado	Precisión de la respuesta			Productividad de la mano de obra del transporte
Análisis de tendencia del costo	Pedidos completos			
Rentabilidad directa del producto	Quejas de los clientes			
Rentabilidad de segmentos de clientes	Quejas de la fuerza de ventas			
Costo de mantener un inventario	Confiabilidad general			
Costo de artículos devueltos	Satisfacción general			
Costo del daño				
Costo de las fallas en el servicio				
Costo de los pedidos atrasados				

productividad, y 5) la administración del activo.¹ La tabla 16.1 proporciona un panorama de las mediciones relacionadas con cada una de estas cinco áreas de interés.

Costo

El reflejo más directo del desempeño logístico es el costo real realizado para obtener operaciones específicas. Como se aprecia en la tabla 16.1, el **desempeño del costo** se suele medir en términos del dinero total gastado en cada función. Por lo tanto, es común monitorear y reportar los datos del costo para funciones logísticas específicas como el almacenamiento, el transporte hacia el exterior y hacia el interior y el procesamiento de pedidos. Dichas categorías se pueden afinar más y es posible comunicar los datos del costo para actividades individuales como la recolección y la carga de pedidos en el almacén.

¹Donald J. Bowersox y otros, *Leading Edge Logistics: Competitive Positioning for the 1990s*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1989; Equipo de Investigación Logística Global en la Michigan State University, *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Change*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1995; Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1999.

También es común monitorear y comunicar los datos del costo como un porcentaje de las ventas o como un costo por unidad de volumen. Por ejemplo, el costo del transporte se considera como un porcentaje del volumen de ventas en dólares y como el número de dólares gastados por unidad entregada. El costo del almacén también se reporta como un porcentaje de las ventas y los costos de las actividades individuales se definen como el costo de la recolección por artículo o el costo de la carga por pedido. Cuando se comparan con los niveles históricos o los estándares de desempeño tales medidas ofrecen información fundamental acerca de la posible necesidad de efectuar una acción correctiva. Al considerar el número de actividades logísticas específicas diferentes, que van desde introducir un pedido hasta recolectar un artículo para descargarlo en un vehículo de entrega, y el número de modos diferentes en los que se mide el volumen, que van desde el efectivo en ventas hasta el número de pedidos o los kilogramos de producto, se genera una lista bastante extensa de la métrica posible del costo. Para los ejecutivos de la logística es fundamental identificar la métrica más adecuada para su organización y aplicarla de manera uniforme cada cierto tiempo para controlar y dirigir las actividades.

La tabla 16.1 también presenta otras medidas relacionadas con el costo del desempeño logístico, como la rentabilidad directa del producto, la rentabilidad del cliente y el costo de las fallas en el servicio. De hecho, casi todas las empresas conocen la importancia de estas medidas, pero en la actualidad carecen de la información necesaria para evaluar con precisión estos costos. La medición precisa en estas dimensiones fundamentales requiere un nivel de sofisticación en los datos de la contabilidad que apenas en fechas recientes ha estado disponible. Los costos basados en las actividades que se analizan más adelante en este capítulo son un medio para evaluar con más precisión el costo relacionado directamente con los clientes y los productos.

Servicio básico al cliente

En el capítulo 3 se identificaron los elementos del servicio básico al cliente como la disponibilidad, el desempeño operativo y la confiabilidad del servicio. Una plataforma eficaz del servicio básico requiere una métrica específica para evaluar el desempeño en cada dimensión.

La disponibilidad se suele reflejar en la tasa de llenado de una organización. Sin embargo, es fundamental observar que la tasa de llenado se mide de diversas maneras:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de llenado de artículos} &= \frac{\text{Número de artículos entregados a los clientes}}{\text{Número de artículos pedidos por los clientes}} \\ \\ \text{Tasa de llenado de líneas} &= \frac{\text{Número de líneas de pedidos de compras entregadas completas a los clientes}}{\text{Número de líneas de pedidos de compras de los clientes}} \\ \\ \text{Tasa de llenado de valor} &= \frac{\text{Valor total en dólares entregado a los clientes}}{\text{Valor total en dólares de los pedidos de los clientes}} \\ \\ \text{Tasa de llenado de pedidos} &= \frac{\text{Número de pedidos entregados completos}}{\text{Número de pedidos de los clientes}} \end{aligned}$$

Es evidente que la tasa de llenado de pedidos, también conocida como pedidos embarcados completos, es la medida más rigurosa del desempeño de una empresa en relación con la disponibilidad de los productos. En esta métrica, un pedido al que sólo le falta un artículo en una línea se considera incompleto. También es común que las compañías detecten específicamente el número de existencias agotadas y el número de pedidos retrasados que se generan durante un periodo como indicadores de la disponibilidad.

El desempeño operativo se refiere al tiempo y se suele medir mediante un tiempo de ciclo promedio de los pedidos, la regularidad del tiempo del ciclo de pedido y/o las entregas a tiempo. El **tiempo promedio del ciclo de pedido** se suele calcular como el número promedio de días, u otras unidades de tiempo, transcurridas entre la recepción de un pedido y la entrega a los clientes. La **regularidad del ciclo de pedido** se mide para una gran cantidad de ciclos de pedido y compara el desempeño real con el planificado. Por ejemplo, suponga que el tiempo promedio del ciclo de pedido

es de cinco días. Si 20% se completará en dos días y 30% en ocho, existe mucha irregularidad alrededor del promedio. En situaciones donde los tiempos o las fechas de entrega son especificados por los clientes, la medida más rigurosa de la capacidad del ciclo de pedido es la **entrega a tiempo**, esto es, el porcentaje de veces que en realidad se cumplen los requerimientos de entrega del cliente.

Calidad

El desempeño en relación con la confiabilidad del servicio se suele reflejar en la medición de la **calidad logística** de la organización. Como se aprecia en la tabla 16.1, muchas de las métricas de la calidad se diseñan para monitorear la eficacia de las actividades individuales, mientras que otras se concentran en el funcionamiento logístico general. La precisión del desempeño del trabajo en actividades como la introducción de pedidos, la recolección en el almacén y la preparación de documentos, se suele detectar al hacer el cálculo de la proporción del número total de veces que se realiza correctamente la actividad entre el número total de veces que se realiza. Por ejemplo, un porcentaje de precisión en la recolección de 99.5% indica que 99.5 veces de cada 100 se recolectan los artículos correctos en el almacén.

El desempeño general de la calidad también puede ser medido de diversas maneras. Las medidas normales son la frecuencia del daño, la cual se calcula como la proporción del número de unidades dañadas entre el número total de unidades. Aunque la frecuencia del daño se puede medir en varios puntos del proceso logístico, como el daño en el almacén, el daño en la carga y el daño en el transporte, no suele detectarse hasta que el cliente recibe los embarques o incluso algún tiempo después de la recepción. Por lo tanto, muchas organizaciones también vigilan el número de artículos dañados o defectuosos devueltos por el cliente. También es común medir las reclamaciones del cliente y los reembolsos a causa de los ajustes.

Otros indicadores importantes del desempeño de la calidad se relacionan con la información. Muchas organizaciones miden específicamente su capacidad para proporcionar información al observar los casos en los cuales no está disponible la información cuando se solicita. También es común dar seguimiento a las veces en que se descubre información imprecisa. Por ejemplo, cuando las cuentas físicas del inventario de la mercancía son diferentes del estado del inventario comunicado en la base de datos, el sistema de información debe actualizarse para reflejar el estado operativo real. Además, se debe registrar la aparición de información imprecisa para acciones futuras.

Productividad

La **productividad** es la relación existente entre la producción de artículos, el trabajo completado, y/o los servicios producidos y las cantidades de recursos utilizadas para generar la producción. Si un sistema tiene una producción que se mide con facilidad y recursos que se pueden identificar y medir para que coincidan con la producción adecuada, la medición de la productividad es una simple rutina.

En general, como se aprecia en la tabla 16.1, a los ejecutivos de la logística les interesa mucho medir la productividad de la mano de obra. Aunque los recursos del trabajo humano se cuantifican de muchas maneras, la más común es mediante el gasto en mano de obra, las horas de la mano de obra o el número de empleados individuales. Por lo tanto, las medidas de la productividad normal de la mano de obra en el transporte son las unidades embarcadas o entregadas por empleado, los dólares invertidos en ésta y las horas de trabajo. Mientras que la productividad de la mano de obra del almacén se mide por medio de las unidades recibidas, recolectadas y/o guardadas por empleado, por dólar o por hora. Se pueden desarrollar medidas similares para otras actividades, como la introducción de pedidos y el procesamiento de los mismos. También es común que los administradores establezcan metas para el mejoramiento de la productividad y comparan el desempeño real con la meta, o cuando menos con el desempeño del año anterior.

Administración del activo

El interés de la **administración del activo** se centra en la utilización de las inversiones de capital en las plantas y el equipo, al igual que el capital de trabajo invertido en el inventario. Las plantas logísticas, el equipo y el inventario pueden representar un segmento sustancial del activo de una empresa. Por ejemplo, en el caso de los mayoristas, el inventario suele ser más de 80% del capital total. La métrica de la administración del activo se concentra en qué tan bien los administradores de la logística utilizan el capital invertido en las operaciones.

Frecuentemente las plantas y el equipo se miden en términos de la utilización de la capacidad o el porcentaje de capacidad total utilizada. Por ejemplo, si un almacén puede embarcar 10 000 envases al día, pero sólo embarca 8 000, la utilización de la capacidad es de sólo 80%. También es común medir la utilización del equipo en términos de tiempo. Los administradores de la logística suelen interesarse en el número o el porcentaje de horas que no se utiliza el equipo, lo cual se mide como **tiempo improductivo**. Esta medida se aplica al transporte, al almacén y al equipo de manejo de materiales. Además, indica la utilización eficaz o ineficaz de la inversión del activo de capital.

La práctica de medir la administración del activo también se concentra en el inventario. La medición más común del desempeño es la **velocidad de rotación del inventario**. En todo el texto se ha insistido en una mejor rotación de éste como un punto fundamental de la administración logística. Es importante comprender cómo miden específicamente las empresas la velocidad de la rotación. De hecho, existen tres métricas específicas, cada una de las cuales es utilizada por diferentes tipos de empresas:

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Costo de los artículos vendidos durante un tiempo}}{\text{Inventario promedio valorado al costo durante el periodo}}$$

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Ingresos por ventas durante un periodo}}{\text{Inventario promedio valorado al precio de venta durante el periodo}}$$

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Unidades vendidas durante un periodo}}{\text{Inventario promedio de unidades durante el periodo}}$$

Casi todas las empresas emplean la primera para calcular la velocidad de rotación del inventario. Sin embargo, algunas organizaciones de menudeo emplean la segunda. De hecho, cualquiera de las dos proporciones debe producir aproximadamente el mismo resultado. Las diferencias en los dos cálculos serían el resultado de cambios en la cantidad del margen bruto de ganancias (la diferencia entre las ventas y el costo de los artículos vendidos) durante el periodo.

El tercer método, el cual utiliza unidades en vez de dólares, se aplica muy bien a los productos cuyo costo o precio de venta cambia significativamente durante un tiempo relativamente breve. Por ejemplo, la rotación del inventario de la gasolina, cuyo costo y precio cambian casi a diario, se mediría mejor al calcular las unidades de gasolina vendidas y las unidades del inventario, en vez de su valor económico.

Como una nota final al calcular la rotación, es fundamental determinar el inventario promedio con la mayor cantidad posible de puntos de datos. Por ejemplo, suponga que una compañía no tenía inventario al inicio del año, compró y mantuvo una cantidad grande durante 11 meses y después vendió todo el inventario antes de terminar el año. Si sólo se utilizan las posiciones inicial y final, el inventario promedio sería cero y la rotación infinita. Es evidente que esto confundiría a la administración.

La inversión del inventario también se detecta en términos de la cantidad disponible para cumplir con el volumen de ventas previsto y se expresa como los **días de suministro**. Por ejemplo, si se prevén ventas de 100 unidades diarias y el inventario tiene 5 000 unidades, la empresa tiene 50 días de suministro.

De gran interés para los ejecutivos principales son el **retorno sobre el activo** y el **retorno sobre la inversión**. La velocidad del retorno es tan importante que se analiza con bastante detalle más adelante en el capítulo.

Casi todas las organizaciones han mejorado bastante sus sistemas de medición de funciones durante los 10 años anteriores. Ha aumentado la cantidad de métricas específicas y ha mejorado la calidad de la información. Gran parte del mejoramiento en la calidad de la información se puede atribuir a la mejor tecnología. Hace años, la medición de las entregas a tiempo en realidad no vigilaba la recepción por parte del cliente. Casi todas las empresas no tenían un mecanismo para capturar la información acerca de cuándo los clientes recibían los pedidos. En vez de eso, solían medir el embarque a tiempo al discernir si el pedido se embarcaba conforme a lo planeado. Se suponía que si los embarques salían de la planta del proveedor “a tiempo”, también llegaban “a tiempo” a

la planta de los clientes. Por lo tanto, se ignoraba el aspecto de la entrega del ciclo del pedido. En la actualidad, mediante comunicaciones EDI, vía satélite y por Internet, muchas organizaciones vigilan si los pedidos en realidad llegan a tiempo al lugar del cliente.

Medición de la atención al cliente

El capítulo 3 presentó la conclusión de que el desempeño básico del servicio logístico es necesario, pero no suficiente, para las empresas verdaderamente comprometidas con la excelencia logística. En la actualidad, muchas empresas se han concentrado en métodos alternos con los cuales medir su capacidad para atender los requerimientos de atención al cliente. Como resultado, se requiere un conjunto adicional de métricas para las empresas que se esfuerzan en ir más allá de medir el servicio básico. La medición de los pedidos perfectos, el desempeño absoluto y la satisfacción del cliente son tres de tales métodos. Lo definitivo en la atención, el éxito del cliente, no tiene una métrica específica, sino sigue siendo la meta para las empresas comprometidas con las relaciones de la cadena de suministro.

Pedidos perfectos

El concepto del pedido perfecto se analizó en el capítulo 3 como un indicador del compromiso de una organización con una logística de cero defectos. La entrega de pedidos perfectos es la medida definitiva de la calidad en las operaciones logísticas. Un pedido perfecto mide la eficacia del desempeño logístico integrado general de la empresa, en vez de las funciones individuales. Mide si un pedido avanza sin contratiempos por cada paso —introducción del pedido, autorización del crédito, disponibilidad del inventario, recolección precisa, entrega a tiempo, facturación correcta y pago sin deducciones— del proceso de administración de pedidos, ya sea mediante la facilitación, el procesamiento de excepciones o una intervención manual. La tabla 16.2 amplía estas dimensiones del pedido perfecto. De hecho, hasta 20 elementos diferentes del servicio logístico pueden afectar un pedido perfecto. Desde una perspectiva de la medición, el desempeño de un pedido perfecto se calcula como la proporción de pedidos perfectos durante un periodo específico, entre el número total de pedidos completados durante ese periodo. En la actualidad, con algunas excepciones, incluso las mejores organizaciones logísticas informan haber alcanzado un desempeño de pedidos perfectos de sólo 60 o 70%. Sencillamente demasiadas cosas pueden salir mal con un pedido.

Desempeño absoluto

Casi todas las medidas básicas del servicio y la calidad, incluso las del pedido perfecto, se agrupan sobre muchos pedidos y durante un periodo. El problema que mencionan algunos ejecutivos con estas medidas sobre promedios en el tiempo, es que tienden a disfrazar el impacto real de la organización sobre la base de clientes. Estos ejecutivos sienten que tales medidas en realidad pueden provocar una sensación de complacencia dentro de la empresa y que es más apropiado detectar un desempeño absoluto lo más cercano posible al tiempo real. El método absoluto proporciona un mejor indicio de cómo el desempeño logístico de una empresa afecta en realidad a los clientes. Por ejemplo, los administradores pueden sentir que 99.5% de entregas a tiempo representa un desempeño excelente. Como dijo un ejecutivo de una compañía grande de entregas, “para nosotros, 99.5% de entregas a tiempo significaría que, en un día normal, más de 5000 clientes recibirían pedidos tardíos. No podemos estar satisfechos con tener esa clase de impacto en tantos clientes”. Esta empresa, y muchas otras

TABLA 16.2
Dimensiones del
“pedido perfecto”

Fuente: Reimpreso con autorización de Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, Illinois, Council of Logistics Management Professionals, 1999, p. 94.

Introducción correcta del pedido	Llegada a tiempo
Códigos de EDI y de transacciones con el formato correcto	Embarque no dañado
Artículos disponibles	Factura correcta
La fecha de embarque permite la entrega	Sobreprecios precisos
Pedido recolectado correctamente	Ninguna deducción al cliente
Papeleo completo y preciso	No hay errores en el procesamiento del pago

que buscan lograr un impacto máximo en el mercado, vigilan las tasas absolutas de fallas y éxito, al igual que la métrica más común de las proporciones y los porcentajes.

Satisfacción del cliente

El juez definitivo de qué tan bien atiende una organización las expectativas y los requerimientos del cliente es el cliente mismo. Todas las estadísticas generadas de manera interna relacionadas con el servicio básico, el pedido perfecto o el desempeño absoluto pueden ser indicadores internos de la atención al cliente, pero cuantificar la satisfacción requiere monitorear, medir y recopilar información directamente de éste. Si bien un análisis pormenorizado de la metodología de entrevistas e investigación mediante encuestas está más allá del alcance de este texto, la medición común de la satisfacción requiere una investigación cuidadosa de las expectativas, los requerimientos y las percepciones de los clientes acerca del desempeño de la empresa en relación con todos los aspectos de las operaciones logísticas. Por ejemplo, la encuesta normal mide las expectativas del cliente y las percepciones del desempeño acerca de la disponibilidad, el tiempo del ciclo de un pedido, la disponibilidad de la información, la precisión de los pedidos, la solución de problemas y otros aspectos de la calidad logística. Es útil reunir información acerca de las sensaciones generales de satisfacción del cliente, además de su evaluación de actividades logísticas específicas. Se pueden incluir preguntas adicionales para capturar las percepciones del cliente sobre el desempeño de los competidores. Sólo mediante la recopilación de datos de los clientes se puede evaluar la satisfacción verdadera. Además, los esfuerzos para mejorar el éxito del cliente sólo se pueden medir desde la perspectiva del mismo.

Métrica pormenorizada de la cadena de suministro

La atención actual en el desempeño general y la eficacia de una cadena de suministro exige una métrica que proporcione una perspectiva integrada. Ésta debe ser comparable y uniforme a través de las funciones de la empresa y de las instituciones de la cadena de suministro. Sin mediciones integradas, los administradores en funciones diferentes y en empresas distintas pueden tener perspectivas diversas acerca del desempeño logístico real. Las mediciones específicas que se deben considerar son el tiempo de conversión de efectivo a efectivo, los días de suministro del inventario de la cadena, el tiempo de residencia, el porcentaje de existencias en exhibición, el costo total de la cadena de suministro y el tiempo de respuesta de ésta.

Conversión de efectivo a efectivo

Este concepto se presentó en el capítulo 1. Es una medida de la utilización eficaz del efectivo en una organización. Mientras que el inventario se suele reportar como un activo actual en el balance general, el valor en efectivo reportado puede no ser un indicador válido del verdadero despliegue del activo de la organización. Es posible que se haya entregado a los clientes una parte del inventario y, debido a los términos comerciales de venta a crédito, todavía no se han pagado las facturas relacionadas. Por otra parte, una organización puede adeudar a sus proveedores productos o componentes que ya tiene en su poder. El tiempo del ciclo de efectivo a efectivo es el tiempo requerido para convertir un dólar gastado en el inventario en un dólar cobrado como ingresos de ventas. Se mide al sumar los días de suministro del inventario de la empresa y sus días de cuentas por cobrar señalados, y restar los días de cuentas comerciales por pagar señalados. Considere un minorista imaginario que conserva un suministro del inventario de 30 días, tiene 30 días de crédito comercial de sus proveedores y vende a los consumidores sólo en transacciones en efectivo. En teoría esta empresa tiene un tiempo de ciclo de efectivo a efectivo de cero, debido a que vende y cobra a los clientes finales, mientras adeuda pagos a sus proveedores. Y lo más importante, la inversión real de dinero de la empresa en el inventario es cero, sin tomar en cuenta lo que dice el balance general.

Aunque es un aspecto importante, no sólo la logística afecta el tiempo del ciclo de efectivo a efectivo. Es una medida del procesamiento interno debido a que incluye un componente de mercadotecnia —los precios al cliente y los términos de venta—, al igual que un componente de adquisición —los precios y los términos de los proveedores—. Ofrece una perspectiva integrada del compromiso real de los recursos financieros para el inventario de la organización.

Días de suministro del inventario

Las medidas tradicionales del desempeño del inventario, la rotación y los días de suministro, se concentran en las empresas individuales. Desde una perspectiva de la cadena de suministro, el defecto en estas medidas es que una empresa puede mejorar su desempeño con sólo trasladar el inventario a sus proveedores o a sus clientes. Los días de suministro del inventario de la cadena se concentran en el inventario total en todos los lugares y se suelen definir como el inventario total de artículos terminados en todas las plantas, almacenes, mayoristas y minoristas, expresado como los días de calendario de las ventas disponibles, basado en la actividad de ventas reciente. Esta medida puede extenderse más para incluir las materias primas y los componentes que conservan las plantas de fabricación y los proveedores. Estos inventarios unificados se convierten en unidades equivalentes de artículos terminados y se incluye como parte del inventario total verdadero de la cadena de suministro. Cuando es adoptada por todos los integrantes de una cadena de suministro, esta medida proporciona el punto de atención de las operaciones integradas.

Tiempo de residencia

Es otra métrica que refleja el desempeño general de la cadena de suministro al administrar el activo. El tiempo de residencia del inventario es la proporción de los días que el inventario está inactivo entre los días que se utiliza o se posiciona de manera productiva. Si bien en ocasiones es necesario que el inventario esté inactivo por razones de control de calidad o para amortiguar la incertidumbre, un tiempo de residencia extenso refleja la magnitud posible del inventario no productivo. El tiempo de residencia también se calcula para otra parte del activo, sobre todo el equipo de transporte. Por ejemplo, se puede medir la utilización de vagones al calcular el número de días que un vagón está inactivo y vacío, comparado con el número de días que contiene un flete. La reducción del tiempo de residencia del activo es un objetivo importante para muchos ejecutivos de la logística. El activo que está inactivo no contribuye a la productividad de la cadena de suministro.

Porcentaje de existencias en exhibición

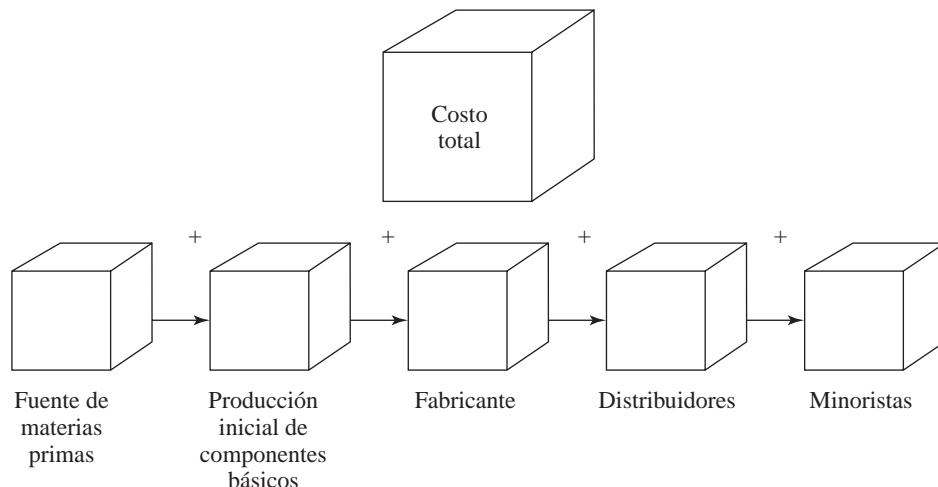
A final de cuentas, un objetivo importante de todos los participantes en una cadena de suministro es tener productos disponibles cuando y donde los consumidores finales estén listos para comprar. La métrica de las empresas individuales relacionadas con las tasas de llenado en los almacenes o en las tiendas minoristas no sirve para confirmar que los productos están disponibles para que los clientes los elijan cuando compran. Por ejemplo, un estudio de los minoristas por catálogo encontró que los niveles de existencias promediaban menos de 85%.² Por esta razón, en algunas relaciones de cadena de suministro, una medida fundamental del desempeño general es el porcentaje de existencias en exhibición, el porcentaje de tiempo que un producto está disponible en los anaqueles de una tienda. La razón es que los consumidores no suelen seleccionar y comprar un artículo que no encuentran con facilidad en los anaqueles. Aumentar el porcentaje de existencias en exhibición beneficia a todos los integrantes de la cadena de suministro, no sólo al minorista. Aunque se concentra en el impacto de la venta al menudeo, considere también el impacto en los proveedores cuando sus productos no están en los anaqueles y los clientes quieren comprarlos.

Costo total de la cadena de suministro

Hasta este momento, gran parte del análisis del costo se ha concentrado en los costos logísticos de la empresa individual. La figura 16.2 ilustra el hecho de que el costo total de la cadena de suministro es el agregado de los costos a través de todas las empresas que conforman la cadena, no sólo de una organización individual. Esta perspectiva es absolutamente fundamental para la administración eficaz de una cadena de suministro. Concentrarse en el costo de una sola empresa puede conducir a una suboptimización y a intentos de que una compañía traslade el costo a otra. Si el objetivo en la administración es reducir el costo total, es razonable suponer que una organización en realidad puede experimentar mayores costos que otras en las reducciones que experimenta la cadena de suministro. Siempre y cuando las reducciones totales en el costo sean más grandes que el aumento en el costo para uno de los integrantes, en general la cadena de suministro mejora.

²John C. Taylor y Stanley E. Fawcett, "Catalog Retailer In-Stock Performance: An Assessment of Customer Service Levels", *Journal of Business Logistics* 25, núm. 2, 2004, pp. 119-135.

FIGURA 16.2
Costo total de la cadena de suministro



Por lo tanto, para las compañías cuyo costo se reduce es una obligación compartir los beneficios, para compensar con justicia a aquellas cuyo costo aumentó. Esta disposición para compartir los beneficios y los riesgos asociados con los cambios en la integración operativa es la esencia de una verdadera administración de la cadena de suministro.

Tiempo de respuesta de la cadena de suministro

Una métrica interesante y muy significativa para el desempeño completo es el **tiempo de respuesta de la cadena de suministro (Supply Chain Response Time, SCRT)**. El SCRT se calcula como la cantidad de tiempo requerida para que todas las empresas que conforman una cadena de suministro reconozcan el cambio fundamental en la demanda del mercado, asimilén ese hallazgo, vuelvan a planificar y ajusten el resultado para cumplir esa demanda. Por ejemplo, en la industria automotriz, cuando se descubrió que era muy alta la demanda de vehículos utilitarios deportivos, las compañías tardaron varios años en desarrollar una producción con una capacidad suficiente, reorganizar las relaciones con sus proveedores y cumplir las demandas de los clientes. En casi todos los casos, el desarrollo de una métrica real para el SCRT sería una aproximación teórica, más que una medida real. No obstante, es muy útil para los ejecutivos de una cadena de suministro pensar en términos de cuánto tardaría una cadena de suministro completa en prepararse para todas las actividades, desde la contratación de las materias primas hasta la distribución final, cuando la demanda de un producto es mucho más grande (o menor) que la prevista.

Benchmarking

El benchmarking es un aspecto fundamental de la medición del desempeño que hace que la administración esté consciente de la práctica empresarial más novedosa. Muchas empresas han adoptado el benchmarking como un instrumento para evaluar sus operaciones en relación con las de las empresas principales, tanto competidoras como no competidoras, en industrias relacionadas y no relacionadas. Aunque la métrica del benchmarking se ha vuelto una práctica bastante común, muchas empresas no establecen benchmark para sus procesos.

Una decisión importante en el benchmarking es elegir las organizaciones que sirven para este fin. Muchas empresas comparan el desempeño de las unidades empresariales internas que participan en operaciones similares o ubicadas en regiones diferentes. Por ejemplo, Johnson & Johnson, con más de 150 unidades empresariales diferentes, tiene una amplia oportunidad para el benchmarking interno. Debido a que las unidades empresariales en las corporaciones muy diversificadas a menudo no conocen lo que ocurre en otras unidades, el benchmarking interno ofrece un modo de compartir el conocimiento y mejorar el desempeño.

Sin embargo, el benchmarking interno ofrece poca información acerca del desempeño de los competidores, y una empresa puede quedar atrás de su competencia sin saberlo. La información acerca del desempeño de los competidores sirve para identificar dónde se requiere más el mejo-

TABLA 16.3
Diferencial en el Benchmarking del desempeño

Fuente: Reimpreso con autorización de Donald J. Bowersox, David J. Closs y Theodore P. Stank, *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, Oak Brook, IL, Council of Logistics Management Professionals, 1999, p. 97.

Dimensión del desempeño	Porcentaje de empresas que logran un índice alto	Porcentaje de empresas que logran un índice promedio
Servicio al cliente	92.5	56.0
Administración del costo	80.0	47.1
Calidad	70.0	31.0
Productividad	77.5	38.5
Administración del activo	55.0	25.8

Nota: Todos los diferenciales son estadísticamente significativos en el nivel de .05.

ramiento; sin embargo, es muy difícil capturar información acerca de los procesos operativos de los competidores.

El benchmarking no restringido implica esfuerzos para comparar la métrica y los procesos para las mejores prácticas, sin tomar en cuenta dónde se encuentra la práctica relevante. Esto no limita las fuentes de información a una industria o compañía particular. El benchmarking no restringido se basa en la filosofía de que es posible aprender de las organizaciones en industrias no relacionadas que tienen un desempeño destacado o emplean métodos innovadores. L.L. Bean, la compañía de correos y catálogos, ha sido considerada como punto de referencia en los procesos de cumplimiento de los pedidos por empresas de diversos campos como los alimentos, los servicios de salud y la electrónica.

El benchmarking es un instrumento importante en el sistema de evaluación del desempeño de una organización. En un estudio de las compañías con la mejor práctica de una cadena de suministro mencionadas en la tabla 16.3, se encontró que era más probable que las empresas que se desempeñan en altos niveles de capacidad de la cadena de suministro participaran en una actividad con puntos de referencia que las empresas con una capacidad promedio. La tabla 16.3 presenta los resultados de la investigación relacionados con el benchmarking. En todas las categorías, las empresas con un desempeño alto están más involucradas con el benchmarking que las empresas con un desempeño promedio. Es evidente que las organizaciones líderes consideran el benchmarking como un aspecto esencial de la medición.

Evaluación financiera

En el ambiente corporativo actual, los ejecutivos de la logística deben estar informados y preparados para mostrar cómo las prácticas y los procesos de la cadena de suministro afectan la salud financiera general de su organización. La evaluación del desempeño tradicional no describe los logros en el lenguaje financiero que se habla a nivel directivo. Los sistemas de medición deben permitir a los administradores de la logística vincular el desempeño de la cadena de suministro directamente con los resultados financieros. Para hacerlo con eficacia, los administradores de la logística deben conocer bien dos instrumentos fundamentales para la evaluación financiera: el análisis de costo-ingresos y el modelo de ganancias estratégicas.

Análisis costo-ingresos

El logro de una integración logística requiere el establecimiento de un sistema de análisis de costo-ingresos. Las prácticas de contabilidad tradicionales dificultan tal sistema para los ejecutivos de la logística. Las metodologías del margen de contribución y de costo completo han sido complementadas mediante la utilización de la **determinación del costo basada en actividades (Activity-Based Costing, ABC)** como el modo más prometedor para identificar y controlar los gastos logísticos.

Práctica de la contabilidad pública

Los dos principales informes financieros de una empresa son el **balance general** y la **declaración de utilidades**. El primero refleja la posición financiera de una empresa en un punto específico del

tiempo. El propósito del balance general es resumir el activo y los pasivos e indicar el valor neto de la propiedad. La declaración de utilidades refleja los ingresos y los costos asociados con operaciones específicas durante un periodo determinado. Como lo indica su nombre, su propósito es determinar el éxito financiero de las operaciones. Las funciones logísticas son una parte integral de las dos declaraciones; sin embargo, la deficiencia principal en la determinación del costo y el análisis logístico es el método mediante el cual se identifican, clasifican y comunican los costos contables. Por desgracia, los métodos convencionales de contabilidad no satisfacen por completo los requerimientos para determinar los costos logísticos.

El primer problema proviene del hecho de que la práctica de contabilidad agrupa los costos en una contabilidad estándar o natural y no con base en las actividades. La práctica de agrupar los gastos en cuentas naturales como sueldos, renta, servicios generales y depreciación, no identifica ni asigna la responsabilidad de las operaciones. Para ayudar a superar la contabilidad natural agrupada, es común que las declaraciones se dividan por áreas de responsabilidad administrativa o de organización dentro de una empresa. Las declaraciones de las utilidades internas suelen clasificar y agrupar los gastos a lo largo de las líneas presupuestales de la organización. Por lo tanto, los costos se detallan por responsabilidad administrativa. Sin embargo, muchos gastos asociados con el desempeño logístico abarcan todas las unidades de la organización. Por ejemplo, los esfuerzos para reducir el inventario disminuyen el costo de mantenerlo, pero también conducen a más pedidos atrasados, lo cual puede aumentar el costo total del transporte. El resultado son datos inadecuados para la medición integrada del desempeño.

Una deficiencia bastante solapada de la contabilidad tiene que ver con los métodos tradicionales de informar los gastos del transporte. En la contabilidad sigue siendo una práctica normal deducir el gasto del flete hacia el interior de las ventas brutas, como parte del costo de los artículos, para obtener la cifra de margen de ganancias bruto. Por otra parte, el flete hacia el exterior suele incluirse como un gasto operativo. Sin embargo, el problema se extiende más allá de donde se contabiliza el flete. En muchas situaciones de compras, el flete no se comunica como un costo específico. Muchos productos se compran a un precio básico con entrega, lo cual incluye el costo del transporte. Casi todos los procedimientos de adquisición progresistas requieren que los gastos para todos los servicios, incluyendo el transporte, se separen del costo de compra total para fines de evaluación.

Una deficiencia final en la práctica contable tradicional es que no especifica ni asigna un costo al inventario. La deficiencia tiene dos aspectos. Primero, no se identifican los costos completos asociados con el mantenimiento del inventario, como los seguros y los impuestos, lo cual produce informes incompletos u oscuros al comunicar el costo del inventario. Segundo, no se identifica, mide, ni separa la carga financiera para el activo comprometido con el inventario de materias primas, trabajo en proceso y artículos terminados de otras formas de gastos de capital realizadas por la empresa. De hecho, si una empresa despliega fondos internos para apoyar los requerimientos del inventario, es posible que no se refleje ningún gasto de capital en una declaración de ganancias y pérdidas.

Para superar estas deficiencias, se requieren varias modificaciones a la contabilidad tradicional con el fin de detectar los costos logísticos. En particular, los dos gastos individuales más grandes en la logística —el transporte y el inventario— se suelen comunicar de una manera que oscurece su importancia, en vez de resaltarla. Aunque ha mejorado la situación, la separación y la comunicación rutinarias de los costos logísticos no es una práctica estándar en casi todas las organizaciones.

Para controlar el costo y mejorar la eficiencia operativa, es necesario identificar y capturar adecuadamente toda la información del costo relevante de una manera significativa para quienes toman las decisiones. La determinación de los costos logísticos también proporciona a los ejecutivos información para determinar si es rentable un segmento empresarial específico, como los clientes, los pedidos, los productos, el canal o el servicio. Esto hace necesario hacer coincidir las utilidades específicas con los costos específicos.

La determinación de costos eficaz requiere identificar los gastos específicos incluidos en un sistema de análisis. Dos sistemas que tienen numerosos adeptos son el **método de la contribución** y el **método de las ganancias netas**.

Método de la contribución

Un método de contribución pura requiere que todos los costos se identifiquen como fijos o variables, de acuerdo con el comportamiento del costo. Los fijos son los que no cambian directamente con el volumen de la actividad. A corto plazo, esos costos se mantendrían incluso si el volumen se redujera a cero. Por ejemplo, el costo de un camión para entregas es fijo. Si el camión cuesta 40 000 dólares, la empresa paga 40 000 dólares (o la depreciación adecuada), ya sea que el camión se utilice para una o mil entregas. Los costos variables son los que cambian como resultado del volumen. La gasolina con la que funciona un camión para entregas es variable: el costo total de la gasolina depende de la frecuencia y la distancia en las que funciona el camión.

También es necesario especificar en un análisis de la contribución cuáles son costos directos y cuáles indirectos. Los directos son los que se realizan específicamente debido a la existencia del producto, el cliente u otro segmento bajo consideración. Si se eliminara ese segmento, el costo directo ya no existiría. Todos los costos variables se pueden relacionar directamente con productos específicos, clientes, canales y demás. Algunos costos fijos también pueden ser directos si existen para apoyar específicamente un segmento empresarial determinado. Por ejemplo, una planta de almacenamiento que se construye para apoyar una línea de productos determinada o la cuenta de un cliente importante. Los costos indirectos existen a causa de más de un segmento empresarial y seguirían existiendo incluso si se eliminara un segmento específico. Por lo tanto, un almacén que conserva varias líneas de productos seguiría funcionando incluso si se descontinuara una línea de productos. En este caso, el almacén es indirecto para los productos.

En el método de análisis de la contribución se preparan declaraciones de utilidades que identifiquen la rentabilidad para cada segmento por medio de determinar los costos fijos, variables, directos e indirectos. La tabla 16.4 proporciona un ejemplo hipotético de tales declaraciones de utilidades para una empresa que analiza la rentabilidad de dos clientes, un hospital y un minorista. Los costos variables de los artículos vendidos se relacionan directamente con la mezcla de productos que se venden a cada segmento de clientes; sólo incluye la mano de obra directa, las materias primas y los suministros. En el método del margen de contribución, todos los costos generales de la fábrica se tratan como costos indirectos. Los costos directos variables son conceptos como la consignación de las ventas, los descuentos, ciertos costos logísticos relacionados con atender a cada cliente y otros gastos que varían directamente con el volumen vendido a cada uno. Los costos directos fijos incluyen cualquier otro costo que se pueda relacionar directamente con un cliente específico. Tales costos pueden incluir ciertos aspectos de las ventas, los sueldos y los gastos, publicidad, transporte, almacenamiento, procesamiento de pedidos y otras actividades logísticas. La clave es que estos gastos deben atribuirse directamente a esos clientes. Los costos fijos indirectos incluyen todos los gastos que no se pueden relacionar fácilmente con un segmento específico. Muchos de éstos pueden ser costos relacionados con la logística. Por ejemplo, deben especificarse como costos indirectos el almacén compartido, el equipo de transporte y otros recursos que se usan de manera conjunta.

TABLA 16.4
Declaración de utilidades del margen de contribución para dos clientes

	Hospital	Minorista	Total
Ingresos	\$100 000	\$150 000	\$250 000
<i>Menos:</i> Costo variable de los artículos vendidos	42 000	75 000	117 000
Ganancias brutas variables	58 000	75 000	133 000
<i>Menos:</i> Costo directo variable	6 000	15 000	21 000
Contribución bruta del segmento	52 000	60 000	112 000
<i>Menos:</i> Costos directos fijos	15 000	21 000	36 000
Contribución neta del segmento	\$ 37 000	\$ 39 000	76 000
<i>Menos:</i> Costos fijos indirectos			41 000
Ganancias netas			\$ 25 000
Proporción de contribución neta del segmento	37%	26%	30.4%

En la tabla 16.4, ambos clientes cubren los costos indirectos y contribuyen de manera sustancial al costo fijo indirecto. Sin embargo, el hospital tiene una contribución neta en el segmento con un porcentaje mucho más alto que el minorista: 37% en contra de 26%. Una gran porción de esta diferencia se puede atribuir a la diferencia en las ganancias brutas variables de 58% en contra de 50%. Esta diferencia sugiere que se debe efectuar un análisis de la mezcla de productos para el minorista, con el fin de determinar si debe enfatizarse una mezcla más rentable. Sin embargo, la eliminación del minorista sería un error evidente, porque el cliente del hospital tendría que sopor tar todo el costo fijo indirecto, lo cual provocaría una pérdida neta de 4 000 dólares.

Método de las ganancias netas

El método de las ganancias netas para la evaluación financiera de los segmentos requiere que todos los costos operativos se cobren o se asignen a un segmento operativo. Quienes proponen este método argumentan que todas las actividades existen en una compañía para apoyar la producción y la entrega de los artículos y servicios a los clientes. Además, en muchas empresas casi todos los costos son, de hecho, conjuntos o compartidos. Para determinar la verdadera rentabilidad de un canal, territorio o producto, se debe asignar a cada segmento su parte justa de estos costos. En el ejemplo anterior, la asignación del costo fijo indirecto con base en el volumen de ventas produciría que se asignara al hospital 40%, o 16 400 dólares y al minorista 60%, o 24 600 dólares. Las ganancias netas de atender al hospital serían 20 600 dólares. Las ganancias netas del cliente minorista serían 14 400 dólares.

Es evidente que surgen problemas importantes al determinar cómo asignar los costos indirectos de una manera justa y equitativa. Quienes defienden el método del margen de contribución afirman que dichas asignaciones son necesariamente arbitrarias y producen una evaluación financiera engañosa. La clave es la utilización del volumen de ventas como una base normal para asignar los gastos y la tendencia inherente en tal método. Por ejemplo, el minorista anterior representa 60% del volumen de ventas totales, pero no necesariamente representa 60% de los gastos de publicidad, almacenamiento, procesamiento de pedidos y otras actividades compartidas. Puede representar mucho más o menos en cada categoría de gastos, dependiendo de circunstancias que no se relacionan sencillamente con el volumen de ventas.

Sin embargo, los defensores de las ganancias netas argumentan que las nociones tradicionales del costo fijo y variable y el costo directo e indirecto son demasiado simplistas. Muchos de los costos considerados fijos indirectos no son, de hecho, ni fijos ni indirectos en absoluto. Estos gastos aumentan y disminuyen, dependiendo de la demanda que los diferentes segmentos operativos imponen a la actividad.

Determinación del costo basada en actividades

Como una solución parcial al problema de las asignaciones arbitrarias, la **determinación del costo basada en actividades (ABC)** sugiere que los costos primero deben relacionarse con las actividades realizadas y después éstas deben relacionarse con los segmentos específicos de productos o clientes de la empresa. Suponga, por ejemplo, que el gasto de procesamiento de pedidos es básicamente un costo fijo indirecto en nuestro ejemplo hipotético y su importe es de 5 000 dólares. Asignar este gasto a los dos clientes con base en el volumen de ventas produce un cobro de 2 000 dólares para el hospital y 3 000 para el minorista. Sin embargo, es probable que el hospital haga muchos pedidos durante el año, cada uno en cantidades pequeñas, mientras que el minorista sólo hace pocos pedidos grandes. Si el hospital hiciera 80 pedidos y el minorista hiciera 20, el método ABC asignaría al hospital 80% o 4 000 dólares, y al minorista 20% o 1 000 dólares, del gasto por procesamiento de los pedidos. La aplicación de una lógica similar a los otros costos fijos indirectos al identificar las actividades y los conductores del costo puede provocar un mayor refinamiento para evaluar la rentabilidad del cliente.

La identificación de las actividades, los gastos relacionados y los conductores de los gastos representan el desafío más grande en un método ABC. El costo de procesar los pedidos se relaciona con el número de pedidos en una compañía y con el número de líneas en pedidos en otra. El gasto de recolección en el almacén se puede relacionar con el número de artículos recolectados en una empresa y con la cantidad de kilogramos en otra. El transporte puede relacionarse con el número de entregas para una compañía y con el número de kilómetros conducidos para otra. De acuerdo

con los defensores del método de determinación de costos basado en las actividades, un costo que no debe asignarse a los segmentos es el de una capacidad excesiva. Por lo tanto, si el sistema de procesamiento de pedidos puede procesar cinco millones de pedidos por año, pero sólo se utiliza para cuatro millones de pedidos, la capacidad excesiva no se debe cobrar a ningún segmento. Asimismo, si un almacén y sus empleados pueden manejar 100 000 embarques, pero sólo se utilizan para 80 000, la capacidad excesiva es un costo del periodo, más que un costo atribuible a un segmento operativo existente. Sin embargo, todos los otros costos deben determinarse a través de un sistema basado en actividades.

Gran parte de la diferencia entre los métodos del margen de contribución y de ganancias netas para el análisis de los costos de los segmentos desaparecerá cuando los analistas desarrollen mejores métodos para identificar el comportamiento de los gastos. Es probable que los defensores de la determinación de los costos directos y el margen de contribución sigan relacionando los costos para los segmentos con base en las actividades realizadas, siempre y cuando la base para relacionarlos refleje el costo real de la actividad. Desde hace mucho tiempo han basado sus argumentos en la justicia y la conveniencia del método de la asignación. Por otra parte, incluso los más ávidos defensores de la determinación de los costos completos no recomendarían una asignación arbitraria de los costos. El desarrollo de mejores sistemas ABC puede terminar por resolver esta controversia, la cual ha existido en la mercadotecnia y la logística durante varios años.

Modelo de ganancias estratégicas

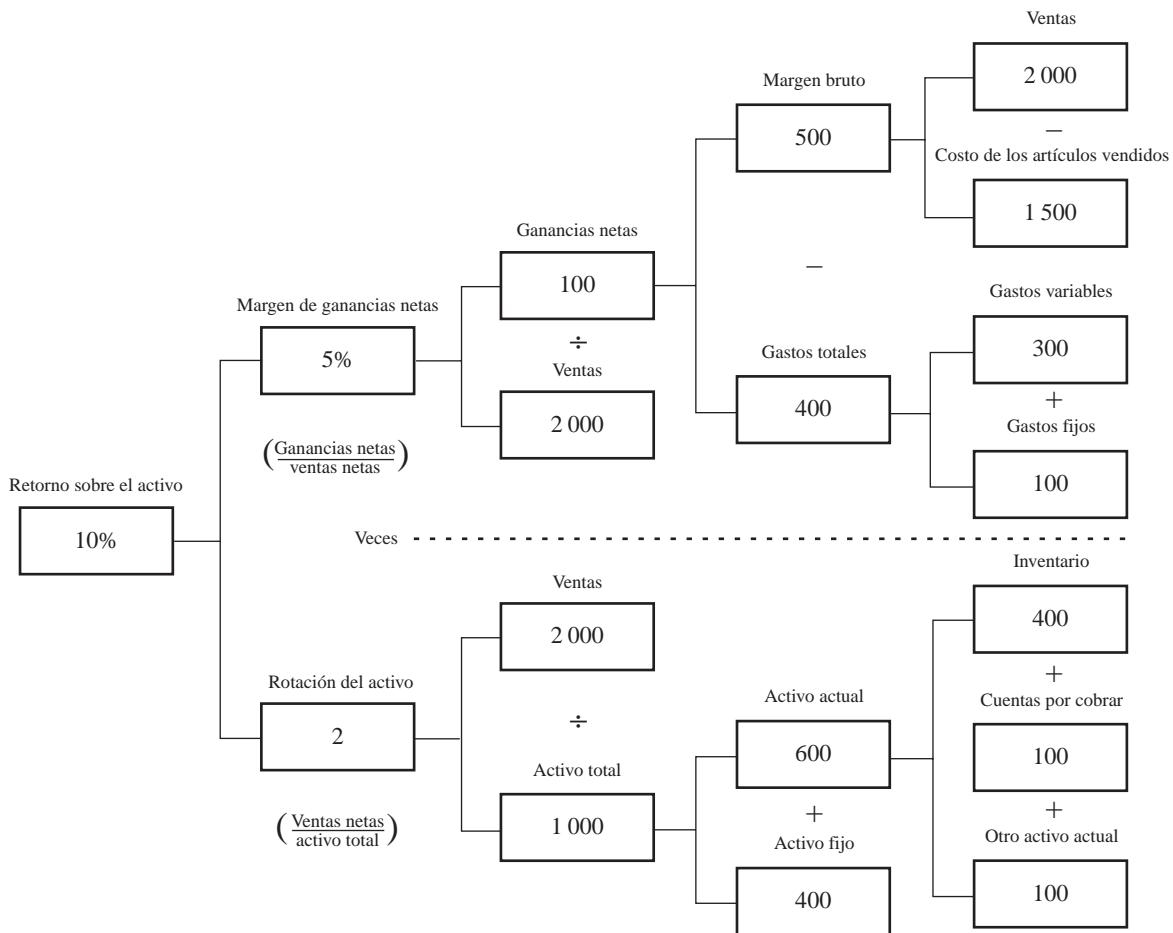
Si bien la evaluación de la determinación de los costos y la rentabilidad son aspectos importantes del control financiero, la medida más importante del éxito estratégico es el **retorno sobre la inversión (Return on Investment, ROI)**. Existen dos modos de considerar el ROI. El primero es el **retorno sobre el valor neto (Return on Net Worth, RONW)**, el cual mide la rentabilidad de los fondos que los propietarios de la empresa han invertido en ella. El segundo es el **retorno sobre el activo (Return on Assets, ROA)**, el cual mide la rentabilidad generada por administrar el activo operativo de una empresa. Aunque es más probable que los propietarios y los inversionistas estén más interesados en el RONW, el ROA ofrece una medida de qué tan bien utiliza la administración el activo para obtener ganancias.

La figura 16.3 representa, con datos hipotéticos, el modelo de ganancias estratégicas (SPM). El SPM es una herramienta que se utiliza con frecuencia para analizar el ROI en una empresa. De hecho, es un instrumento que incorpora datos de las utilidades y del balance general y muestra cómo se relacionan estos datos entre sí para generar el ROA.

Uno de los beneficios principales del SPM es que muestra con mucha claridad que un objetivo financiero principal de la empresa es lograr y aumentar el ROA. Muy a menudo, los administradores se concentran en objetivos más limitados. Por ejemplo, la administración de ventas puede concentrarse en las ventas como el objetivo principal de los negocios y, por lo tanto, basará sus decisiones en el volumen de ventas. Los administradores de la logística se pueden concentrar en la minimización del costo o en la rotación y sentir que las decisiones deben basarse en reducir los gastos o en aumentar la utilización eficiente del activo de la empresa. El SPM muestra que existen dos modos fundamentales con los cuales una empresa puede aumentar el retorno sobre el activo: administrar el margen de ganancias netas y/o administrar la rotación del activo. Las operaciones logísticas tienen un impacto significativo en ambas.

Margen de ganancias netas

Expresado como un porcentaje, el margen de ganancias netas son las ganancias netas divididas entre las ventas netas. Sin embargo, al ir más allá de esta expresión sencilla, el margen de ganancias netas en realidad mide la proporción de cada dólar de ventas que conserva la empresa como una ganancia neta. Por ejemplo, una empresa hipotética tiene un margen de ganancias netas de 5%; esto significa simplemente que 0.05 de cada dólar representa las ganancias netas para la compañía. Es importante observar que el margen de ganancias netas también se divide en varios componentes específicos: el volumen de ventas, el costo de los artículos vendidos y los gastos operativos. Para evaluar por completo si el margen de ganancias netas de la empresa es adecuado y si debe mejorarse, es necesario investigar cada compañía para determinar si un aumento o una

FIGURA 16.3 Modelo de ganancias estratégicas

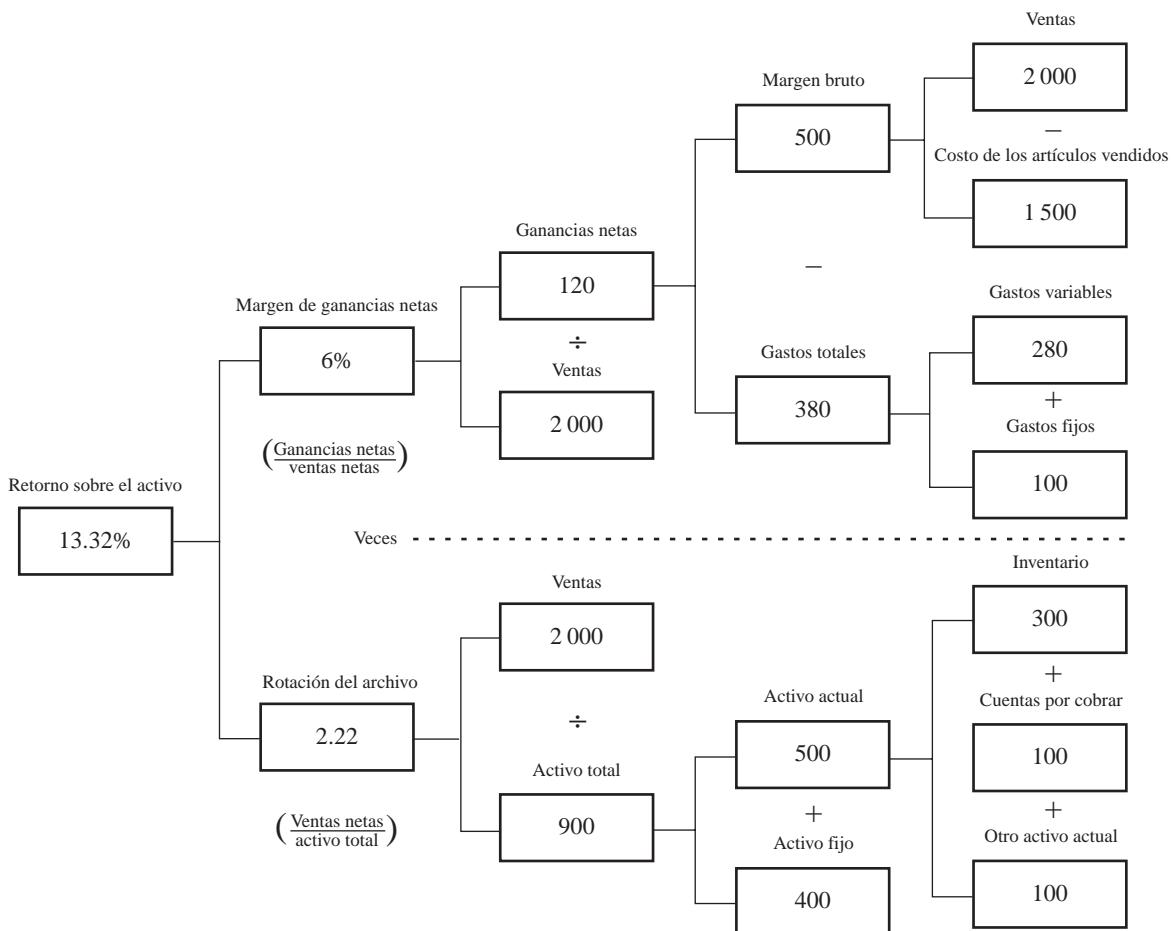
disminución en cualquier componente, o cualquier combinación de los componentes, pueden conducir a un mejor desempeño del margen de ganancias netas.

Rotación del activo

La proporción de las ventas totales divididas entre el activo total es la rotación del activo, la cual mide la eficiencia de la administración en la utilización de éste. Muestra cuántos dólares en el volumen de ventas totales se generan por cada dólar que la empresa ha invertido en el activo. Por ejemplo, la compañía hipotética con una proporción de rotación del activo de 2:1 genera dos dólares en el volumen de ventas por cada dólar que ha invertido en el activo. Como se aprecia en la figura 16.3, existen varios activos que se utilizan para generar ventas. Los más importantes son los inventarios, las cuentas por cobrar y las plantas fijas. El inventario es un activo muy importante para muchas empresas, porque suele ser una de las áreas de inversión más grandes en el activo. Por lo tanto, en la logística es común concentrarse específicamente en la administración de la proporción de rotación del activo.

Aplicaciones del SPM

El SPM se utiliza para muchos tipos de análisis logístico. Dos de los más comunes son el impacto de los cambios en las actividades o los procesos logísticos sobre el ROA y el análisis del ROA segmentado.

FIGURA 16.4 Modelo de ganancias estratégicas (reducción del inventario)

La figura 16.4 ilustra un nuevo cálculo del ROA suponiendo que la empresa hipotética fue capaz de efectuar una reducción del inventario de 100 dólares. El impacto más obvio de esta reducción del inventario ocurre a través de la reducción en el activo del inventario de 400 a 300 dólares. Un cambio correspondiente en el activo total genera una nueva tasa de rotación de 2.22 en contra de la situación original de 2.0 veces. Se supone, para la explicación, que el volumen de ventas sigue siendo el mismo.

Sin embargo, una reducción en el inventario promedio también afecta los gastos operativos. También se deben reducir los costos de mantener un inventario, analizados en el capítulo 6. En este ejemplo, al suponer un costo de mantener el inventario de 20%, la reducción en el gasto tiene un importe de 20 dólares, lo cual aumenta las ganancias netas a 120 dólares y el margen de ganancias netas a 6%. El impacto combinado del margen de ganancias y la rotación del activo en la reducción del inventario producen un aumento en el ROA de 10% a más de 13.3%. Es evidente por qué muchas organizaciones se concentran en métodos para mejorar la administración del inventario.

La suposición simplificada de que no hubo un cambio en las ventas puede someterse a un examen adicional mediante el SPM. Es posible proponer y analizar diversos escenarios relacionados con los cambios potenciales en el volumen, los gastos y las inversiones. De hecho, el sistema SPM se adapta muy bien a un modelo de hoja de cálculo, el cual permite la investigación y el análisis de muchos cambios diferentes en las operaciones logísticas y su impacto proyectado en el ROA. Es posible analizar los cambios en la estructura de las plantas o en los métodos con los cambios

TABLA 16.5
CMROI para dos productos

	Producto A	Producto B
Ventas	\$100 000	\$50 000
Costo de las mercancías	<u>60 000</u>	<u>35 000</u>
Margen bruto	40 000 (40%)	15 000 (30%)
Gasto directo	<u>25 000</u>	<u>9 000</u>
Margen de contribución	15 000 (15%)	6 000 (12%)
Inventario promedio	40 000	10 000
CMROI	37.5%	60%

proyectados en los gastos, la inversión en el activo y el nivel de ventas para proyectar el impacto en el ROA.

El SPM, junto con los conceptos revisados en la sección del análisis de costo/ingresos, también sirve para examinar el retorno sobre el activo generado por diferentes clientes o segmentos de productos de un negocio. La tabla 16.5 ofrece un cálculo de muestra del **Retorno del margen de contribución sobre la inversión del inventario (Contribution Margin Return on Inventory Investment, CMROI)** para dos productos. El margen de contribución para cada producto se calcula al utilizar sólo los gastos directamente relacionados con cada producto.

No se asignan costos indirectos. Asimismo, deben identificarse las inversiones del activo directamente atribuibles a productos específicos. En este caso, la única inversión directa del activo es la inversión en el inventario. Observe que el producto B tiene un margen bruto y un margen de contribución más bajo, pero en realidad proporciona un retorno bastante más alto, debido a su baja inversión promedio en el inventario. En otras situaciones, por ejemplo, el análisis del retorno sobre el activo del cliente, deben incluirse las cuentas por cobrar y otras inversiones del activo directo atribuibles a un cliente específico.

Mediante el sistema SPM es posible efectuar otros análisis de la rentabilidad de los segmentos y el ROI. Se requiere una planificación y una identificación atenta de los costos e inversiones del activo que se pueden relacionar con segmentos específicos. Con este método, el ejecutivo de la logística tiene una herramienta poderosa y útil para identificar el modo en que los procesos, las actividades y las decisiones logísticas afectan los objetivos financieros de la organización.

Un problema que encaran los ejecutivos de la logística es que los métodos normales para la evaluación del desempeño logístico no suelen expresarse en términos explicativos para los demás ejecutivos principales. Por ejemplo, el gasto del transporte por kilómetro, los gastos de recolección en el almacén y las métricas relacionadas con el costo son muy significativos en términos de administrar esas actividades específicas, pero resultan confusos para los ejecutivos en finanzas y mercadotecnia. El sistema SPM es una herramienta muy útil para relacionar las actividades logísticas con los objetivos financieros generales de la organización. Proporciona un mecanismo para detectar específicamente cómo los cambios en el activo o los gastos logísticos se relacionan directamente con las medidas que son más significativas para los otros ejecutivos; medidas como el margen de ganancias, y la rotación y el retorno sobre el activo.

Problemas sociales en la medición del desempeño de la logística

Debido a los numerosos casos de mala administración financiera de las corporaciones importantes, en 2002 el Congreso de Estados Unidos aprobó el decreto Sarbanes-Oxley (SOX). Aunque esta ley se concentra en la comunicación financiera de las corporaciones a sus accionistas, pronto se hizo evidente después de su promulgación que también tiene importantes implicaciones para la administración de la logística de la cadena de suministro, sobre todo acerca de cómo se mide y se comunica el desempeño. Debido a que el SOX cubre cualquier información que afecta lo que la empresa debe informar a la Comisión de Valores e Intercambio (Securities and Exchange Commission, SEC), las empresas deben tener vigentes controles adecuados para calcular y comunicar

de una manera estándar todos los gastos y los ingresos. En particular, dos aspectos del decreto son muy importantes para la administración de la cadena de suministro y la logística. El primero son los requerimientos para el control interno y el segundo se relaciona con los problemas de la protección de la cadena de suministro.

Requerimientos para el control interno

La sección 404 del SOX requiere que una empresa conserve un informe de control interno, al mismo tiempo que conserve su informe anual corporativo. La SEC evaluará los controles internos utilizados por la empresa para determinar si son suficientes para asegurar que los informes financieros sean coherentes y precisos. Por lo tanto, todas las empresas cubiertas por el decreto deben tener capacidades de medición interna que cumplan con los requerimientos de la SEC. Es importante observar que la SEC no especifica cómo deben ser las medidas y los controles internos, pero requiere que los controles aseguren la integridad de la información financiera. En esencia, las compañías deben comprobar que sus sistemas de medición aseguren que se informe con precisión los gastos financieros como los ingresos, el costo de los artículos, las ventas, los gastos, el activo y los pasivos. Esto tiene un impacto directo en la medición del desempeño logístico.³

La tabla 16.6 presenta ejemplos de las actividades de la cadena de suministro y la logística, los elementos financieros afectados y las medidas que pueden usarse para asegurar la precisión de la información financiera. APICS, una asociación de profesionales, y Protiviti, una empresa consultora, sugieren que la métrica interna presentada en la columna 5 de la tabla se utilice para validar los elementos financieros que aparecen en las columnas 3 y 4. Por ejemplo, es fundamental medir la precisión del inventario para asegurar que la empresa informe con exactitud el costo de las ventas en su declaración de utilidades y la inversión en el inventario en el balance general. Asimismo, otras medidas internas presentadas en la tabla se relacionan directamente con elementos de la declaración de utilidades y del balance general. Aunque el sistema sugerido en la tabla es sólo un ejemplo, muestra el hecho de que el SOX requiere que las empresas tengan un sistema de medición interna que asegure la precisión de la información financiera.

Protección de la cadena de suministro

Si bien el SOX no aborda directamente los problemas de la protección de la cadena de suministro, su impacto indirecto es enorme. En esencia, debido a que se requiere que los ejecutivos corporativos garanticen la información financiera de su empresa, deben estar seguros de que conocen los riesgos que enfrentan. Por supuesto, muchos de los riesgos se relacionan con las operaciones de la cadena de suministro en general y de la protección de la cadena de suministro en particular. Otro programa federal, la Sociedad Comercial de Aduanas contra el Terrorismo (C-TPAT), analizado en el capítulo 12, también afecta la necesidad de una mayor protección de la cadena de suministro.

Por ejemplo, considere los embarques de mercancías que tienen un tiempo de desarrollo prolongado y/o tienen la posibilidad de ser conservadas durante largo tiempo en una frontera internacional debido a riesgos de protección o retrasos en el transporte. En muchos casos, el comprador puede estar obligado por contrato a pagar por la mercancía, sin tomar en cuenta cuándo la recibe. Por lo tanto, el comprador posee el inventario, pero tal vez no reciba la posesión real durante algún tiempo.⁴ Antes, los ejecutivos principales desconocían tales situaciones, pero en el ambiente actual es necesario reconocer este compromiso financiero y el riesgo relacionados. Básicamente, los requerimientos de protección de la cadena de suministro y una completa revelación del estado financiero de la organización se han combinado para obligar a los ejecutivos principales a comprender mucho mejor los detalles de las operaciones logísticas. También se vuelve primordial tener la capacidad para monitorear la ubicación del estado de los embarques de una manera oportuna y precisa.

Aunque muchos administradores sienten que los requerimientos legales del SOX son una carga sobre la organización, otros los consideran una oportunidad para mejorar. Los requerimientos de un conocimiento más detallado de dónde están en todo momento los productos y los mate-

³Roger Morton, "SOX and the Supply Chain", *Logistics Today* 45, núm. 10, octubre de 2004, p. 27.

⁴Peter M. Tirshwell, "How to Avoid This", *Journal of Commerce*, 2 de noviembre de 2004, p. 1.

TABLA 16.6**Medidas de la cadena de suministro y de la logística relacionadas con la información financiera**

Fuente: Reimpreso con autorización de Protiviti/APICS, "Capitalizing on Sarbanes-Oxley Compliance to Build Supply Chain Advantage", mayo de 2003, p. 9.

Proceso empresarial de la cadena de suministro	Transacciones de la cadena de suministro	Elementos de información financiera (balance general)	Elementos de información financiera (declaración de utilidades)	Elementos de información de la cadena de suministro (algunos ejemplos)
Nivel de actividad				
Plan	Se compran materias primas	<ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Cuentas por pagar • Efectivo y deuda 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de las ventas 	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño de entrega del proveedor • Costo y calidad • Entregas planificadas
Obtención	Compra de equipo, materias primas directas e indirectas y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedad y equipo (netos) • Cuentas por pagar • Gastos acumulados • Efectivo y deuda 	<ul style="list-style-type: none"> • Depreciación • Impuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño de entrega del proveedor • Costo y calidad • Entregas planificadas
Producción	Se fabrican productos o se convierten materias primas	<ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Trabajo en proceso • Cuentas por pagar • Gastos acumulados • Sueldos por pagar • Efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de las ventas • Sueldos • Servicios generales 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega a tiempo • Calidad y costo • Precisión del itinerario • Desempeño del plan de producción • Desempeño del programa de producción • Tasa de desperdicio • Niveles de trabajo en proceso • Producción planificada
Almacenamiento	Se almacenan materias primas, trabajo en proceso o artículos terminados	<ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Trabajo en proceso • Artículos terminados • Cuentas por pagar • Gastos acumulados • Sueldos por pagar • Efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de las ventas • Sueldos • Servicios generales 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión del inventario • Niveles de existencias de la cola, de amortiguamiento y de seguridad • Rotación del inventario • Tasa de desperdicio
Transporte	Se transportan mercancías	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en proceso • Artículos terminados • Cuentas por pagar • Sueldos por pagar • Efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de las ventas • Sueldos 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega a tiempo • Calidad y costo • Tasa de desperdicio
Venta	Se venden productos o servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentas por recibir (netas) • Artículos terminados • Reservas de garantía • Comisiones por pagar • Efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos netos • Costo de las ventas • Gastos de las ventas • Gastos de mercadotecnia • Comisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño del plan de ventas • Servicio al cliente • Porcentaje de cambios en el pedido de ventas • Precisión de la introducción de pedidos
Devolución	Devuelven las mercancías vendidas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentas por recibir (netas) • Reservas del inventario • Cuentas por pagar • Reservas de garantía • Comisiones por pagar • Efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos netos 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad y servicio al cliente • Devoluciones planificadas

riales terminados, desde su puesto de origen hasta su arribo al destino final, hacen necesario que las compañías comprometan más recursos para permitir que la administración vea la cadena de suministro. A su vez, al tener una mayor visibilidad, existe la oportunidad de mejorar las decisiones al basarlas en información mejor y más oportuna.

Resumen

Una administración eficaz de las operaciones logísticas y la integración de la cadena de suministro requieren establecer un sistema para evaluar el desempeño y controlar las finanzas. Este sistema proporciona el mecanismo para monitorear el desempeño del sistema, las actividades de control y el personal directo para lograr niveles de productividad más altos.

Los sistemas pormenorizados de medición del desempeño incluyen una métrica para cada función logística. Deben abordarse cinco dimensiones fundamentales del desempeño de las funciones: la administración del costo, el servicio al cliente, la calidad, la productividad y el activo. Las empresas principales extienden sus sistemas de medición de funciones para incluir una métrica que se concentre en su capacidad para atender los requerimientos del cliente. Esto incluye medidas del desempeño absoluto en vez del desempeño promedio, los pedidos perfectos, las medidas concentradas en el cliente y la satisfacción de éste. Para ayudar a lograr la integración de la cadena de suministro, las empresas destacadas han instituido un conjunto de métricas a través de toda la empresa, como los días de suministro y el tiempo de residencia del inventario, el tiempo del ciclo de efectivo a efectivo y el costo total de la cadena de suministro.

Una evaluación financiera eficaz requiere conocer el análisis de costo-ingresos y el modelo de ganancias estratégicas. Las prácticas tradicionales de la contabilidad suelen ser inadecuadas para la determinación de los costos logísticos. Una toma de decisiones eficaz requiere que la administración pueda hacer coincidir los ingresos con los gastos realizados para dar servicio a clientes, canales y productos específicos. Los métodos de la contribución y las ganancias netas proporcionan a la administración la capacidad para relacionar de manera más específica los gastos logísticos con los segmentos que generan los ingresos. Una herramienta adicional para el control es el modelo de ganancias estratégicas. Éste proporciona a los administradores la posibilidad de evaluar el impacto de las decisiones logísticas en la rentabilidad, la utilización del activo y el retorno sobre el activo. También permite evaluar con mayor precisión los segmentos en términos de ganancias y retorno sobre la inversión. El capítulo concluye con un análisis de la creciente importancia de los problemas sociales en la medición del desempeño logístico. La importancia del control interno y la protección se analizan en términos de los requerimientos del decreto Sarbanes-Oxley.

Preguntas desafiantes

1. Analice brevemente los tres objetivos para desarrollar e implementar sistemas de medición del desempeño.
2. Compare y contraste las diversas métricas para la disponibilidad de los productos. ¿Por qué la tasa de llenado de los pedidos se considera la métrica más rigurosa?
3. ¿El ideal de un pedido perfecto es una meta operativa realista?
4. ¿Por qué es importante que una empresa mida la percepción del cliente como una parte regular de la medición del desempeño?
5. ¿Por qué es difícil desarrollar medidas pormenorizadas del desempeño de la cadena de suministro, como el costo total de la cadena de suministro?
6. Compare y contraste el método de la contribución con el método de las ganancias netas en el análisis de costo-ingresos.
7. ¿Cree que la determinación de costos basada en las actividades representa una base equitativa para asignar los gastos indirectos?
8. Suponga que una empresa le ha pedido que valore el impacto en el retorno sobre el activo del transporte subcontratado. En la actualidad, la empresa emplea una flotilla privada de camiones y considera cambiar a una compañía de transporte contratada. ¿Cuáles aspectos del modelo de ganancias estratégicas serían afectados?
9. ¿Cómo se puede integrar el modelo de ganancias estratégicas con el análisis de costo-ingresos para analizar el retorno sobre el activo de dar servicio a la cuenta específica de un cliente?
10. ¿Cómo afecta el decreto Sarbanes-Oxley los requerimientos para la medición del desempeño logístico?

En el análisis final, el reto de la administración logística se eleva por encima de una perspectiva de funciones tradicionales para ayudar a capturar y promulgar la necesidad de que los administradores se reinventen por completo. Su meta es muy sencilla: dar servicio a los clientes. Aunque a veces es difícil asimilar por qué, el hecho es que casi todas las empresas necesitan una transformación significativa para reposicionar los recursos con el fin de lograr mejor esta meta básica. Por un sinnúmero de razones, la complejidad domina la empresa moderna. Para reinventar una empresa se requiere una simplificación, una estandarización y una integración. Se trata de regresar a los fundamentos, y la logística es fundamental.

El administrador de la logística del futuro será mucho más que un líder del cambio y mucho menos que un técnico. El reto del cambio estará dirigido por la necesidad de sincronizar la velocidad y la flexibilidad de la competencia logística en el proceso de crear un valor para el cliente. La tecnología y la técnica no serán los factores limitantes. Si no se hubiera inventado ninguna tecnología durante una década o más, todavía no podríamos aprovechar por completo la tecnología disponible en la actualidad. Los conceptos que se promueven como nuevas maneras para mejorar la productividad son anticuados en su mayor parte. No son nuevos conceptos la determinación del costo basada en las actividades, la competencia basada en el tiempo, el análisis del inventario ABC, la integración de los procesos, la colaboración, la respuesta rápida, la segmentación y demás. Lo novedoso es que el líder actual se apoya en la tecnología de la información que los hace funcionar.

Por supuesto, el desafío de reinventar la empresa no es sólo responsabilidad de los expertos en logística, sino es responsabilidad de los administradores logísticos participar en el proceso, sobre todo quienes dirigen operaciones globales tienen la dirección de extensos recursos de capital y humanos, y facilitan la entrega de productos y servicios a los clientes. El ejecutivo logístico del futuro no podrá descuidar una responsabilidad para contribuir y participar en la administración del cambio requerida para transformar la empresa a la época de la información digital.

Con este propósito, los autores recopilaron citas y declaraciones que sienten capturan el significado y la intensidad de su mensaje. Para el administrador de la logística actual y del mañana que enfrentará el reto del cambio, ofrecemos las siguientes frases como una fuente de comprensión e inspiración:

Acerca del cambio: la logística no es una ocupación común

La experiencia enseña que los hombres están tan gobernados por lo que están acostumbrados a ver y practicar, que los mejoramientos más sencillos y más obvios en las ocupaciones más ordinarias se adoptan con vacilación, renuencia y a pasos lentos. *Alexander Hamilton, 1791*

Acerca de la organización: es cuestión de perspectiva

Entrenamos intensamente... pero parecía que cada vez que comenzamos a formar equipos nos reorganizábamos. Más adelante en la vida iba a aprender que tendemos a enfrentar cualquier situación nueva mediante una reorganización, y puede ser un método maravilloso para crear la ilusión de progreso y al mismo tiempo generar confusión, ineficiencia y desmoralización. *Petrônio, 200 a.C.*

Acerca de las ideas nuevas: algunas no son tan nuevas

Incluso puede uno soñar con una producción tan organizada que ningún interés empresarial u otra unidad económica estaría obligada a mantener existencia de materias primas o artículos terminados... imagine que suministros de todo tipo fluyen entre las fábricas mientras las máquinas están preparadas para utilizarlos; las mercancías fluyen hacia los camiones y los vehículos que las acercan a las plataformas de embarque; la mercancía llega a los anaquelos de

los distribuidores justo cuando tienen espacio disponible... bajo tales condiciones sería mínima la carga de los gastos y el riesgo soportados por la sociedad debido a las existencias necesarias para el proceso de producción. *Everett S. Lyon, 1929*

Acerca de la apreciación: ¿qué has hecho por mí recientemente?

El experto en logística

Los expertos en logística son una raza de hombres tristes y amargados que tiene una gran demanda en tiempos de guerra y que se hunden ofendidos en la oscuridad en tiempos de paz. Sólo enfrentan los hechos, pero deben trabajar para hombres que trafican con las teorías. Surgen durante la guerra porque ésta es un hecho muy concreto. Desaparecen cuando hay paz porque ésta, en su mayor parte, es una teoría. Las personas que trafican con las teorías y que emplean a los expertos en logística en tiempos de guerra y los ignoran en tiempos de paz son los generales.

Los generales son una raza felizmente bendecida que irradian confianza y poder. Su único alimento es la ambrosía y sólo beben néctar. Durante la paz, caminan confiados y pueden invadir el mundo con sólo mover sus manos sobre un mapa, apuntar un dedo decidido sobre secciones del terreno y bloquear los desfiladeros y los obstáculos con el canto de sus manos. En la guerra, deben caminar más lentamente porque cada general tiene un experto en logística a su lado y sabe que, en cualquier momento, el experto puede inclinarse y susurrar: "No, no haga eso". Los generales temen a los expertos en logística en la guerra y en la paz intentan olvidarse de ellos.

Quienes corretean junto a los generales son los expertos en estrategia y en táctica. Los expertos en logística desprecian a los expertos en estrategia y en táctica. Los expertos en estrategia y en táctica no saben nada de los expertos en logística, hasta que ascienden a generales, lo cual ocurre casi siempre.

A veces un experto en logística se convierte en general. Cuando esto ocurre, debe asociarse con generales a quienes detesta; tiene un séquito de expertos en estrategia y en táctica a quienes desprecia y, a su espalda, a un experto en logística a quien teme. Por esta razón los expertos en logística que se vuelven generales tienen úlceras y no pueden comer ambrosía. *De autor desconocido; proporcionado por el comandante William K. Bawden, Real Fuerza Aérea de Canadá*

Índice onomástico

- Ackerman, Ken, 225n
Agerwal, Yogesh K., 347n
Alderson, Wroe, 12n
Anderson, Eric, 5n
Anderson, Matthew G., 85n, 86n
Artman, Les, 86n
Atkin, Thomas, 364n
- Ballou, Ronald H., 338n, 342n, 346n, 347n
Barnes, Christopher R., 229n
Barron, Kelly, 10n
Bender, Paul S., 342n
Berry, Leonard L., 57
Bott, Kevin, 346n, 347n
Bowersox, Donald J., 18n, 19, 53n, 259n, 268n, 283, 316n, 356n, 360n, 361n, 366n, 378n, 382n
Boynton, Andrew C., 12n
Bridle, Jonathan, 347n
Bucklin, Louis P., 48n
Burnetas, Apostolos, 342n
Byrne, John A., 360n
Byrne, Patrick M., 328n
- Calantone, Roger J., 18n, 283
Carr, Nicholas G., 360n
Casper, Carol, 205n
Christensen, R. T., 92n
Closs, David J., 18n, 19, 53n, 63, 72, 161n, 259n, 268n, 290, 356n, 361n, 366n, 378n, 382n
Coleman, Henry J., Jr., 360n
Cooke, James Aaron, 345n
Cooper, Martha C., 12n
Coughlan, Anne T., 5n
Cox, J., 92n
Culliton, James W., 25n
- Davidrow, William H., 360n
De Horatius, Nicole, 214n
Degraeve, Zeger, 83n
Drayer, Ralph, 18n, 19
Dye, Renee, 360n
- Eckert, James A., 364n
El-Ansary, Adel I., 5n
Ellram, Lisa M., 83n
Evers, Philip T., 316n
- Faragher, Deborah, 107
Fawcett, Stanley E., 384n
Feitzinger, Edward, 238n
Ford, Henry, 5n
Forrester, Jay W., 67n, 68
Forsyth, Gordon, 111n
Forza, C., 343n
Fox, Robert E., 92n
Frankel, Robert, 370n
Frayer, David J., 370n
- Garrido, Rodrigo, 342n
Garvin, David A., 79n
Gayne, Kevin P., 360n
- Goldratt, Eliyahu M., 92n
Gonillart, Francis J., 322n
Greenhut, Melvin L., 30n, 299n
Gunn, Thomas G., 91n
- Hammer, Michael, 359n
Handfield, Robert B., 81n, 364n
Hanley, L. H., 172n
Hardgrove, Amy, 250n
Hoover, Edgar M., 30n, 299n
House, Robert G., 337n, 338n
Hyndman, Robert, 69n
- Isard, Walter, 30n, 299n
- Jackson, George C., 186n
Jaime, Kenneth D., 338n
Jones, Thomas O., 47n
- Kahn, Alfred, 174
Karrenbauer, Jeffrey J., 337n
Katz, Paul B., 86n
Kelton, W. David, 330n
Kiechel, Walter, III, 360n
Krause, Daniel, 83n
Kumar, Nirmalya, 372n, 373n
Kwon, Ik-Whan G., 372n
- Lambert, Douglas M., 132n
Latham, Bill, 232n
Lee, Hau L., 3n, 238n
Levy, Michael, 316n
Lewis, Howard T., 25n
Lösch, August, 30n, 299n
Lynch, Clifford F., 370n
- McFarlane, Duncan, 249n
McGarrell, Edmund F., 290
Magretta, Joan, 360n
Maier, E. P., 49n
Maister, D. H., 316n
Makridakis, Spyros, 69n
Malone, Michael S., 360n
Maloney, David, 244n
Maltz, Arnold, 214n
Markham, William J., 328n
Masters, James M., 338n, 344n
Melnyk, Steven A., 89n, 92n
Menzies, Meluia A., 49n
Meyer, Christopher, 260n
Miles, Raymond E., 360n
Mineta, Norman, 207
Miranda, Pablo, 342n
Mollenkopf, Diane A., 216n
Monczka, Robert M., 81n, 87
Moore, Cassandra Chrones, 175n
Moore, Thomas Gale, 175n
Morgan, Andy, 60n
Morton, Roger, 394n
- Nah, Fiona, 126n
Nash, Kim S., 110n
Novak, Robert A., 53n
- Ostroff, Frank, 358
- Paddock, Alison, 251n
Page, Thomas J., Jr., 364n
Pagh, Jarrus D., 12n
Parasuraman, A., 55n, 57
Peppers, Don, 47n
Pine, B. Joseph, II, 12n
Power, David, 260n
- Rangan, V. Kasturi, 49n
Raynor, Robert, 60n
Richardson, Helen L., 105n, 206n, 228n
Rinehart, Lloyd, 364n
Roberto, Michel, 115n
Rodrigues, Alexandre M., 18n, 283
Rogers, Dale S., 216n
Rogers, Martha, 47n
Roodhoof, Filip, 83n
Rungusanatham, M., 343n
Ryan, Michael J., 60n
- Sadowski, Randall P., 330n
Salvador, F., 343n
Sasser, W. Earl, Jr., 47n
Satterfield, Patti, 108n
Schmitz, Judith M., 370n
Schumpeter, Joseph A., 362n
Sheffi, Yossi, 249n
Simchi-Levi, David, 343n
Simson, Robert, 89n
Slywotzky, Adrian J., 12n
Smith, Doug, 358
Snow, Charles C., 360n
Stalk, George, Jr., 15n
Stank, Theodore P., 53n, 259n, 268n, 356n, 361n, 366n, 378n, 382n
Stanton, Steven, 359n
Steele, Jack D., 25n
Sterman, John D., 330n
Stern, Louis W., 5n
Stewart, Thomas A., 359
Sturdivant, Frederick D., 322n
Sturrock, David T., 330n
Suh, Taewon, 372n
Swain, James J., 330n
Swink, Morgan, 89n
- Taylor, Frederick W., 7n
Taylor, John C., 186n, 384n
Thomas, Douglas J., 53n
Tibben-Lembke, Ronald, 216n
Tirshwell, Peter M., 394n
Trent, Robert, 81n
Trunlick, Perry A., 226n
Tulley, Shawn, 81n
Tweede, Diana, 235n
Tyndall, Gene, 16n
- van der Vorst, J., 345n
van der Zee, D., 345n
Victor, Bart, 12n

- von Thünen, Joachim, 298n
Weathersby, Howard, 216n
Webber, Alan M., 15n
Webber, Michael J., 30n, 299n
- Weber, Alfred, 30n, 298n
Werner, Farn, 89n
Wheelright, Steven, 69n
White, Gregory, 89n
- Wilson, Rosalyn, 10n, 22n, 23, 177
Zeithaml, Valerie, 55n, 57
Zinn, Walter, 316n

Índice temático

A

ABB, 286
Absorción de costos en función de la carga, 274
Acaparamiento del conocimiento, 259
Acuerdos de tráfico naviero y bilaterales, 287-288
Acumulación de existencias en toda la línea, 218-219
Acumulación de existencias en un punto, 218
Administración
 cambio en, 361-362
 categorías, 76
 de recursos, 64, 268
 del activo, 380-381
 demanda, 265, 268
 integrada, 7-10
 operativa, 202-204
 riesgo de, 290, 363
Administración aeronáutica federal, 173
Administración basada en hechos, 19
Administración de aeronáutica civil, 173
Administración de la calidad total (Total Quality Management, TQM), 53, 80-81, 257
Administración de las devoluciones, 216
Administración de los desechos, 181
Administración de reclamaciones, 207
Administración de recursos, 64, 268
Administración de riesgos, 290, 363
Administración del activo, 380-381
Administración del cambio, 361-362
Administración del inventario
 centralización de, 133
 clasificación ABC, 162-163
 códigos de barras y lectura, 104-105
 cuentas de ciclos, 232
 estrategias para, 27-28, 163-164
 Identificación por radiofrecuencia (Radio-frequency identification, RFID), 108-109, 176
 incertidumbre de la demanda, 142-146
 incertidumbre del ciclo de desempeño, 41-42, 142, 146-147
 métodos reactivos, 154-156
 minimización de la inversión, 82
 planeación
 asignación de parte justa, 156-157
 cuándo pedir, 137-138
 cuánto pedir, 138-142
 de requerimientos, 120, 157-160
 planeación de los requerimientos de distribución, 120, 157-160
 reabasto del inventario en colaboración, 160-161
 regla 80/20, 27, 87, 163
 revisión periódica, 154
 revisión perpetua, 152-153
Administración del movimiento, 203-204
Administración del valor, 86-87
Administración integrada, 7-10
Administración integrada de propuesta de valor, 254
Administración marítima, 188
Administración para la seguridad del transporte
 federal en vehículos automotores, 206
Adquisición; *Consulte también Compra*
 comercio electrónico, 88-89
 definición de, 32, 33
 en la administración de la cadena de suministro, 82-84

en volumen pequeño, 87-88
estrategias
 administración del valor, 86-87
 consolidación del volumen, 85-86
 integración operativa, 86
 participación temprana de proveedores, 86-87
 importancia de, 81
 segmentación de requerimientos, 87-88
 sistemas de información, 121, 124
Agentes, 168-169, 189
Agentes de carga, 169, 189
Agotamiento de las existencias del inventario, 50, 82, 142-146
Agregación funcional, 355-357
Agrupamiento con método práctico, 346
Agrupamiento de funciones, 355-357
Alianzas, 290, 365-366, 370
Almacén, 212-234
 agregar más, 304
 almacenamiento, 221-223
 almacenamiento por temporada, 216
 análisis de mezcla de productos, 227
 beneficios de, 214-218, 300
 cambio en funcionalidad, 301
 clasificación, 215-216, 217
 consideraciones en adquisiciones, 300-301
 contratación, 224-225
 costos, 378-379
 daño, 207, 233
 diseño, 226-227
 disposición, 221-222, 227-229
 economía del inventario, 305
 envío, 221
 estratégico, 213-214
 exactitud y auditoría, 232
 expansión, 227
 justificación basada en el costo, 303-304
 justificación basada en el servicio, 305-309
 manejo de materiales; *Consulte Manejo de materiales*
 medios utilizados en el aprovisionamiento del cliente, 301-302
 minimización del costo de transporte de la red, 304-305
 minimización del costo del inventario de la red, 309
 modificación de la ubicación, 315-317
 para apoyar la fabricación, 301
 para consolidación, 34, 214-215
 para separación de mercancía, 34, 214-215
 presencia local, 214, 285, 299-300
 privado, 9, 223
 procesamiento de la logística inversa, 216, 218
 proveedores de servicios integrados, 9-10, 37, 204, 216
 público, 9, 224
 que enfrenta el suministro, 300
 que enfrenta la demanda, 300, 301
 reabasto rápido, 301-302
 recepción, 220
 recepción-entrega inmediata, 37, 203, 215, 217, 222
 red de costo total, 310-313
 referente a la red, 30
 robo del, 232-233

seguridad, 232-233
seguridad y mantenimiento, 233, 250
selección de un sitio, 225-226
servicios proporcionados, 218-219
sistemas de administración de un almacén, 103, 229-231
tamaño de, 229
ubicación de, 30, 298-300
umbral de niveles de servicio, 313-315
Almacén de volúmenes separados, 34, 214-215
Almacenamiento; *Consulte también Almacén*
 activo, 222
 costos de, 136-137
 de productos, 167-168
 elevado, 247
 en vehículos de transporte, 167-168
 extendido, 222-223
 planes para, 221-222
 por temporada, 221-223
Almacenamiento activo, 222
Almacenamiento elevado, 247
Almacenamiento extendido, 222-223
Almacenamiento por temporada, 216
Almacenes por contrato, 224-225
Almacenes privados, 9, 223
Almacenes públicos, 9, 224
Almacenes que atienden el suministro, 300
Almacenes que enfrentan la demanda, 300, 301
AmeriCold Logistics, 225
Amortiguamiento de la incertidumbre, 132
Análisis
 carril para la carga, 348-349
 costo total; *Consulte Concepto de costo total*
 costo-ingresos, 386-390
 cuestionamientos, 332-333
 de decisión, 100
 de disponibilidad, 313-315
 de línea de referencia, 333, 341
 decisiones de transporte, 345-348
 decisiones del inventario, 343-345, 349, 350
 evaluación de alternativas, 333, 340-343
 lógica de diseño, 337-343
 programación de entregas, 346
 requerimientos en el diseño de datos, 338-340
 selección de herramientas, 338
 sensibilidad, 315-317, 333
 sistemas, 254-255
 situación, 322-324
 técnicas utilizadas para, 329
Análisis costo-ingresos, 386-390
Análisis de carril de carga, 348-349
Análisis de decisiones, 100
Análisis de la programación, 346
Análisis de línea de referencia, 333, 341
Análisis de mezcla de productos, 227
Análisis de sensibilidad, 315-317, 333
Análisis de sensibilidad del servicio, 315-317
Análisis de sistemas, 254-255
Análisis de situación, 322-324
Análisis de ubicación de plantas, 298
Aнаqueles dinámicos, 245
Antimonopolio, 173
APICS, 394
Aplazamiento, 13
 formas de, 13

- geográfico, 14
logístico, 14
por almacén, 219
por fabricación, 11, 12-13
- Aplazamiento geográfico, 14
Aplazamiento logístico, 14
Aplazamiento por almacenamiento, 219
Aplicación estadística de un extremo, 145
Apoyo de la fabricación, 32, 33
Apoyo del ciclo de vida, 257, 260
Apoyo general de decisiones, 102
Apresurar el envío, 206
Aprovisionamiento del cliente, 31-32, 33, 301-302, 382-383
almacenes, 301-302
definición de, 31-32, 33
medición del, 382-383
- Aproximación Bolton, 271
Archivo de pedidos, 117
Archivo de pedidos de compra, 117
Archivo de productos, 116
Archivo del cliente, 116
Archivo del inventario, 117
Archivo del proveedor, 117
Archivo histórico, 117
Área de recolección, 229
Arkansas Best, 180
Arrendamiento de camiones, 180
Asaltos, 233
Asignación de costos, 194
Asignación de parte justa, 156-157
Asignación de pedidos, 122-123
Asignación de recursos, 270
Asociación con un embarcador, 189
Auditoría de facturas de carga, 207
Autoridad aeronáutica civil (Civil Aeronautics Authority, CAA), 173
- B**
Bandas transportadoras, 244
Bases de datos centralizadas, 116-117
Bose Corporation, 96
- C**
Cadena de suministro
colaboración dentro de, 7-8, 364-366
directrices
administración integrada, 7-10
capacidad de respuesta, 10-15
globalización, 17-18
sofisticación financiera, 15-17
transformación digital de la empresa, 18-19
extensión de la empresa, 8-9, 366
flujos, 366-367
modelo, 5-7
procesos, 260-263
resultados del servicio, 47-49
revolución, 4-5
sincronización de, 38-42
Cajas de cartón maestras, 29, 235-237
Calidad
administración de la calidad total (Total Quality Management, TQM), 53, 80-81, 257
continua, 58, 257
defectos, 3, 53, 54, 382
estándares, 81
ISO, 81
medición de, 380
medida de, 79-80
métrica para, 378
percibida, 80
seis sigma, 3, 53
servicios logísticos, 24
Calidad percibida, 80
Camiones propiedad del embarcador, 180
Canales de distribución, 5
Canales de distribución y mercadotecnia, 5
Canales de mercadotecnia, 5
Cantidad de pedido económico (Economic Order Quantity, EOQ), 83, 135, 138-142
Cantidad de un pedido, 83, 133, 135, 138-142
Capacidad, 183, 313, 367
Capacidad de estiba, 193
Capacidad de respuesta en la conducción de una cadena de suministro, 10-15, 256
Capacidad de respuesta para la planeación de la demanda, 260
Capacitación de operarios de vehículos industriales eléctricos, 251
Capital, costo de, 136, 137
Capital de trabajo, 377
Carga a bordo, 272-273
Carga durante el regreso, 194
Carga fantasma, 274
Carga normal (Truckload, TL), 180
Carruseles, 244
Carta de crédito, 289
Carta de crédito comercial irrevocable de exportación, 289
Catálogos electrónicos, 88, 110-111
Catálogos en línea, 110-111
Centralización
de la organización, 360
del manejo del inventario, 133
Cero defectos, 3, 53, 54, 382
Certificación de proveedores, 85
Certificado de origen, 289
Ciclo de desempeño
economía del inventario, 305-309
estructura, 38-40
importancia de, 39
incertidumbre, 41-42, 142, 146-147
información para, 38-39
inventario, 133-135
operaciones globales, 286-287
resultados, 38-39
velocidad, 51
Ciclo de entrega, 287
Ciclo de inventarios, 133
Clasificación, 215-216, 217
Clasificación de productos, 196-198
Clasificación de productos ABC, 162-163
Clasificación detallada del inventario, 162
Clasificación modal, 183-184
Clasificación nacional de la carga en vehículos
automotores, 196-197
Clasificación uniforme de la carga, 196
Clientes, 44-45
Clientes intermedios, 45
Cobro mínimo, 199
Cobros por equipo especial, 202
Coca Cola, 286
Código electrónico de producto (Electronic Product Code, EPC), 106-108, 241
Código universal de un producto (Universal Product Code, UPC), 241
Códigos de barras, 104-105
Códigos del producto, 106-108
Colaboración
dentro de la cadena de suministro, 7-8
relación con el cliente, 260
Colaboración en la relación con el cliente, 260
Colaboración en la relación con el proveedor, 260
Colaboración en toda la empresa, 8
Combinación numérica, 148
Combinación producto/servicio único, 254
Combinatoria, 215-216, 217
Comercio electrónico, 88-89
Comercio libre y seguro (Free and Secure Trade, FAST), 292
Comisión de Comercio Interestatal (Interstate Commerce Commission, ICC), 172-173
Comisión de Valores e Intercambio (SEC), 393-394
Comisión Marítima Federal, 173, 176
Comisión para el Comercio Federal (Federal Trade Commission, FTC), 110, 275
Comité Coordinador de Datos del Transporte (Transportation Data Coordinating Committee, TDCC), 124
Competencia basada en el tiempo, 11
Competencias, 368
Componente cíclico de una predicción, 65
Componente de tendencia de una predicción, 65
Componente irregular de una predicción, 66
Componente promocional de una predicción, 65-66
Componente técnico de una predicción, 66-67
Compra; Consulte también Adquisición
de manera global, 293-295
de países con costos bajos, 294
definición de, 32
Compras a futuro, 276, 302
Compras de bajo volumen, 87-88
Comprobantes de entrega, 112
Compromiso del activo, 256
Comunicación de datos por radiofrecuencia (Radio-frequency data communication, RFDC), 108-109
Con base en el mercado (Assemble-to-order, ATO), 302
Con Way Transportation, 180
Consejo en Uniformidad de Códigos (Uniform Code Council, UCC), 106, 108
Concepto de costo total, 7, 25, 28, 83-84, 85, 384-385
Concepto de mercadotecnia, 45-46
Concepto de sistemas, 254-255
Conductos, 173, 182
Confiableidad, 183
calidad y, 79
servicio, 24, 52-53
Confianza basada en el carácter, 373
Confianza basada en la confiabilidad, 372
Confianza, desarrollo de, 372-374
Conformidad, 80
Conocimiento de embarque (Bill of lading, BOL), 112, 208-209, 289
Conocimiento de embarque de exportación, 208
Conocimiento de embarque negociable, 208
Conocimiento de embarque notificado por un pedido, 208-209
Conocimiento de embarque uniforme, 208-209
Consejo estratégico sobre tecnología para la seguridad, 292
Consideración adicional en tarifa, 200
Consideración simultánea de los recursos, 262
Consideraciones legales de autorización para la administración de la aviación federal, 175
Consideraciones legales en la reforma de la industria camionera, 175
Consideraciones legales en la regulación del comercio, 172
Consideraciones legales referentes a emergencias en el transporte, 172
Consideraciones referentes a la aeronáutica civil, 173
Consignador, 168-169
Consignatario, 168-169
Consistencia, 51-52, 113-114
Consistencia del ciclo de un pedido, 51-52, 287, 379
Consolidación
de almacenes, 34, 214-215

- de área de mercado, 205
de carga, 204-206, 256-257, 302, 303
de proveedores, 85-86
Consolidación de costos, 194
Consolidación de mercado, 205
Consolidación de un embarque, 204-206, 256-257, 302, 303
Consolidación de varios vendedores, 205
Consolidación proactiva, 205-206
Consolidación reactiva, 204-205
Consolidated Rail Corporation (CONRAIL), 173
Consumidores, usuarios finales, 44
Contenedor sobre plataforma (Container on a flatcar, COFC), 187
Contenedores flexibles, 240-241
Contenedores rígidos, 239-240
Contenerización, 235, 239-241
Contexto
 apoyo del ciclo de vida, 257, 260
 cradle-to-cradle, 257
 ISO 14000, 81
 manejo de materiales y, 250
 reciclaje, 216
Contratación en país de bajo costo, 293-295
Contrato de seguro, 289
Control de la administración, 99-100
Control en la operación logística, 376
Control reactivo del inventario, 154-156
Conveniencia de espacio como resultado del servicio, 48
Conveniencia del lugar, 46
Cooperación nacional de los ferrocarriles de pasajeros, 173
Cooperativas, 189
Copropiedad, 287
Costco, 48
Costo de sistemas totales, 28
Costo mínimo de procesamiento total, 7
Costo total de fabricación (Total Cost of Manufacturing, TCM), 94-95
Costo total de propiedad (Total Cost of Ownership, TCO), 83-84, 85
Costos
 administrativos, 23
 basados en una actividad, 278, 389-390
 ciclo de vida, 83-84
 combinados, 194
 comunes, 195
 costo total, 7, 25, 28, 83-84, 85, 384-385
 de almacén, 136-137
 de capital, 136, 137
 de fabricación, 94-95
 de transporte
 asignación de, 194-195
 aspectos económicos, 192-194
 cantidad de pedido, 140-141
 combinados, 194
 comunes, 195
 fijos, 194
 fijos-variables, 178, 183
 sistema total, 38
 variables, 194
 del almacén, 378-379
 fijos, 194
 fijos-variables, 178, 183
 logísticos, 18, 22-23, 25, 28, 283-284
 obsolescencia, 136, 137
 por existencias, 23, 82, 135-137
 por impuestos, 136, 137
 por seguros, 136, 137
 por servicio, 83, 277-278
 proceso total más bajo, 7
 variables, 194
Costos de seguro, 136, 137
Costos de servicio, 83, 277-278
Costos de un servicio de valor agregado, 277-278
Costos del ciclo de vida, 83, 84
Costos por existencias, 23, 82, 135-137
Costos por obsolescencia, 136, 137
Costos variables, 194
CPFR, 74-75, 111, 366
Cubos de tiempo, 159
Cuellos de botella, 92
Cumplimiento de pedidos, 260
Curva envolvente, 311-312
CHEP, 241
- D**
- DaimlerChrysler, 89
Daño, 207, 233
De efectivo a efectivo, conversión, 15-16, 383
De montaje a pedido (Assemble-to-order, ATO), 93-94, 266, 301-302
De negocio a negocio (Business-to-Business, B2B), 3
Decisiones de diseño, 336
Decisiones de transporte, 345-348
Decisiones del inventario, 343-345
Declaración de objetivos, 327-328
Declaración de restricciones, 328
Declaraciones de ingresos, 386-387, 388
Deere & Company, 90
Definición de administración de cadena de suministro, 4
Dell Corporation, 12
Dell, modelo de, 121
Demanda, 65
Demanda básica, 65
Demanda por temporada, 65
Demora, 201
Densidad, 193
Densidad del producto, 193
Departamento de seguridad nacional, 291
Departamento de transporte, 171, 174
Desacoplamiento, 132
Desarrollo de productos
 diseño para la logística, 96
 participación temprana de proveedores, 86-87
Descentralización, 360
Descuentos
 acumulables, 275
 en efectivo, 83
 no acumulables, 275
 por cantidad, 141, 275-276
 por pronto pago, 15
Desempeño
 como una medida de calidad, 79
 establecimiento de puntos de referencia, 385-386
 estándares para el, 328-329
 información, 371-372
 manejo de estándares, 328
 medición, 99-100, 258
 operativo, 24, 51-52
 proveedores, 55-56
Desempeño absoluto, 382-383
Desperdicio, 216
Desregulación, 9-10, 174-176, 180, 287
Desregulación de aerolíneas, 174
Destrucción creativa, 362
Desventaja por aranceles, 289
Desviación, 168, 201
Desviación estándar, 144-146
Desviación media absoluta (Mean Absolute Deviation, MAD), 73
Desviar, 276
Detención, 201
Determinación de costos mediante contribución, 388-389
Determinación de precios con entrega, 273-275
Determinación de precios de entrega en una sola zona, 273-274
Determinación de precios de servicios de plataforma, 277
Determinación de precios en colaboración, 173
Determinación de precios para una zona, 275
Determinación de precios para varias zonas, 274
Determinación de precios promocionales, 276
Determinación de rutas, 203, 346
Determinación del costo en función de la actividad, 278, 389-390
Determinación del precio neto exacto, 16, 277
Determinación del precio
 bajos todos los días, 277
 con entrega, 273-275
 con entrega en una sola zona, 273-274
 de transporte, 195-196
 de zona, 275
 del menú, 84, 277-278
 descuentos, 15, 83, 141, 275-276
 discriminatoria, 172, 275
 en colaboración, 173
 en varias zonas, 274
 holguras de recolección, 276
 neto exacto, 16, 277
 precio de F.O.B., 272-273
 promocional, 276
 separación, 84, 272, 300
 servicio de plataformas, 277
 sistemas de punto básico, 274
 sobreprecios, 199, 285
 tarifa neta, 195-196
Determinación del tamaño de los lotes, 48, 83, 138
Determinación discriminatoria de precios, 172, 275
DeutschePost, 287
DHL, 182, 185, 186, 188, 195
Diagrama cerrado, 134
Días de suministro, 381
Directrices en adquisiciones, 300-301
Dirigir en la operación logística, 376-377
Discrepancia en el tiempo, 47-48
Discrepancia en espacio, 47
Discrepancia en la cantidad y el surtido, 48
Diseño caótico, 249
Diseño de empaque, 238-239
Diseño de redes, 30
Diseño del sistema
 planeación del proyecto, 327-329
 proceso
 definición del problema, 321-329
 recomendaciones e implementación, 334-335
 recopilación y análisis de datos, 329-333
 suposiciones, 329-332
 Diseño para la logística, 96
 Disgregación funcional, 357, 360-361
Disponibilidad
 de materiales, 24, 50-51, 313-315
 de transporte, 183
 definición, 379
Disponible para comprometer inventario (Available-to-promise, ATP), 122-123, 270, 306
Disposición Clayton, 173, 275
Disposición de los almacenes, 221-222, 227-229
Disposición Elkins, 172
Disposición Hepburn, 172, 173
Disposición Jones, 176
Disposición Mann-Elkins, 172
Disposición Patriot, 176
Disposición Reed-Bulwinkle, 173
Disposición referente a la reorganización regional de los ferrocarriles, 173
Disposición Robinson-Patman, 173, 275
Disposición Sarbanes-Oxley, 277, 393-394
Disposición Sherman, 173
Disposición Staggers Rail, 9, 174-175, 178
Disposiciones de mejoramiento del transporte por ferrocarriles, 173, 174

Disposiciones de seguridad en el transporte, 171
 Disposiciones en el comercio electrónico, 250
 Disposiciones laborales, 13
 Disposiciones legales en firmas electrónicas para el comercio global y nacional, 176
 Disposiciones legales para la cooperación nacional en investigación y desarrollo, 8
 Disposiciones para reformar el reglamento de la industria camionera (Trucking Industry Regulatory Reform Act, TIRRA), 195
 Disposiciones referentes a la aviación federal, 174
 Dispositivos de clasificación, 245
 Distancia, 192
 Distribución de Poisson, 147
 Distribución directa, 34, 35
 Distribución flexible, 36-37
 Distribución normal, 144-145
 Diversidad de idiomas en el comercio internacional, 288
 Documentación, 208-210
 Documento combinado de transporte, 289
 Dow Chemical, 286
 Durabilidad, 79

E

EAN International, 106, 108
 Economía de alcance, 91
 Economía de distancia, 168
 Economía de escala, 90, 114-115, 168, 254, 258, 282
 Economía de transporte, 303-305
 Economía del inventario, 305-309
 EDI; *Consulte* Intercambio electrónico de datos (EDI)
 "El mejor en su clase", método, 271
 El primero en entrar, el primero en salir (First in, first out, FIFO), 245
 Embalaje en contenedores, 188
 Embarcaciones para envíos cortos, 188
 Embacador, 168-169
 Empacado
 cajas de cartón maestras, 29, 235-237
 como una función de la logística, 29-30
 contenedores rígidos, 239-240
 daño de productos, 238
 de unidades, 235, 239-241
 diseño, 238-239
 en contenedores flexibles, 240-241
 en la contenerización, 235, 239-241
 etiquetas en el, 241-242
 industrial, 235
 minimización del espacio, 238
 modular, 237
 para el cliente, 235
 seguimiento de, 242
 Empaque modular, 237
 Empaque para el cliente, 235
 Empaques industriales, 235
 Empresa extendida, 8
 Empresa sin nacionalidad, 285-286
 Enfoque de ciclo cerrado, 300
 Enmienda Byrd, 176
 Entrega; *Consulte* también Transporte a tiempo, 379
 en varias zonas, 274
 pooled, 205
 programada por área, 205
 servicio de, 84
 Entrega dividida, 201
 Entrega en el pool, 205
 Envío, 221
 Envío de vagones, 188
 Envíos anidados, 193
 EPCGlobal Inc., 108
 Equilibrio de suministro y demanda, 132

Equipos, 358, 360
 Equipos de trabajo, 358, 360
 Equipos de trabajo autodirigidos, 358
 Era de la información, 3
 Era digital, 3
 Error (en porcentaje) de la media absoluta (Mean Absolute Percentage Error, MAPE), 73
 Errores en las predicciones, 72-73
 Escalones para acumulación de existencias, 344
 Especialización funcional, 258, 259
 Especialización geográfica, 132, 298-299
 Establecimiento de puntos de referencia, 385-386
 Estándares
 de calidad, 81
 de comunicación, 105-106
 de servicio al cliente, 54
 EDI, 105-106
 para el desempeño, 328-329
 Estándares de desempeño administrativo, 328
 Estándares de seguridad en la cadena de suministro, 292
 Estándares voluntarios para el comercio entre industrias (Voluntary Interindustry Commerce Standards, VICS), 106, 111
 Estandarización, 238
 Estética de materiales, 80
 Estimación costo/beneficio, 326-327
 Estrategia de costo de servicio, 195
 Estrategia de determinación de precios en combinación, 195
 Estrategia de valor del servicio, 195
 Estrategia en servicios de transporte, 203-204
 Estrategias de negocios basadas en la respuesta, 300
 Estructura de escalones, 33-34
 Estructura infocrática, 258-259
 Ethan Allen, 48
 Ética, sobornos, 285
 Evaluación del riesgo, 334
 Excelencia funcional, 255
 Excepciones operativas, 100
 Existencias básicas, 38, 133
 Existencias de seguridad, 38, 134, 147-149, 308, 316, 317
 Existencias en tránsito, 306-308
 Éxito del cliente, 60-62
 Expansión, 227
 Expectativa de vida de un producto, 79
 Expectativas del cliente, 55-59
 Exportación, 284-285
 Extemporánea, 172
 Extensión empresarial, 8-9, 365-366
 Extracción de datos, 102

F

F.O.B. en el destino (Free On Board en el destino), 273
 F.O.B. en el origen (Free On Board en el origen), 272-273
 Fabricación
 almacén; *Consulte* Almacén
 anticipada, 13
 aplazamiento, 11, 12-13
 costo total de, 94-95
 cuellos de botella, 92
 de montaje a pedido (assemble-to-order, ATO), 93-94, 266, 301, 302
 diseño para la logística, 96
 estrategias, 93-94
 fabricación según planeación (make-to-plan, MTP), 93-94, 301
 fabricación sobre pedido (make-to-order, MTO), 93-94, 266, 301
 flexible, 13
 hacer sobre pedido, 12
 justo a tiempo, 82, 95-96, 213
 personalización, 260
 perspectivas, 89-90
 planeación de requerimientos de materiales (materials requirements planning, MRP), 96, 121, 157-160
 poder de marca, 90
 programa maestro de producción, 121
 rala, 13
 restricciones, 91-92
 subcontratación de, 90
 tiempo de desarrollo, 92-93
 variedad, 91
 volumen, 90-91
 Fabricación para tener existencias (Make-to-stock, MTS), 93-94
 Fabricación personalizada, 260
 Fabricación según planeación (Make-to-plan, MTP), 93-94, 301
 Fabricación sobre pedido (Make-to-order, MTO), 93-94, 266, 301
 Facilidad de servicio, 80
 Factible de comprometer, inventario (Capable-to-promise, inventory, CTP), 122-123, 270
 Factor alfa, 70
 Factura comercial, 289
 Facturas comerciales, 289
 Facturas por carga, 207, 210
 Federal Express, 55, 58, 104, 180, 182, 185, 186, 188, 195, 287
 Firmas digitales, 176
 Flexibilidad, 52, 297
 Flujo de la información, 32-33
 Flujo por recepción-entrega inmediata, 37, 222
 Fondos comunes para intercambio de tarimas, 241
 Ford, 89
 Formación de unidades, 235, 239-241
 Frecuencia, 184
 Fuente única, 85
 Funcionamiento defectuoso, 24
 Funciones avanzadas, 230
 Funciones principales, manejo de almacén, 230

G

Gap, 363
 General Electric, 88
 General Mills, 301
 General Motors, 39, 82, 88, 89, 299
 Gerber Baby Foods, 238
 Giro bancario, 289
 Globalización, 282-296
 alianzas, 290
 ciclos de desempeño, 286-287
 complejidad en exportación/importación, 284-285
 consideraciones operativas, 288-289
 contratación, 293-295
 costos, 18, 283-284
 deficiencias en seguridad, 290-293
 definición de, 17-18
 desventaja de aranceles, 289
 diversidad de lenguajes, 288
 documentación requerida, 289
 empresa sin nacionalidad, 285-286
 etapas de desarrollo internacional, 284-286
 integración de sistemas de información, 289
 intercambio comercial, 289
 legislación regional, 285
 presencia local, 285
 retrasos, 287
 tiempo de desarrollo, 287
 transporte, 287-288
 ventajas de, 17
 vs operación regional, 286
 Gobierno, transporte y, 169-170

Gran división, dificultad en la integración funcional, 259-260
Grocery Manufacturers of America, 240

H

Herramientas de diseño, 338
Hewlett-Packard, 238
Hoechst, 286
Hoja de balance, 386-387
Holguras de recolección, 276
Home Depot, 225, 374
Honda of America, 86
Horas de servicio (Hours of Service, HOS), 206-207
Hurtos, 232

I

IBM, 39, 62, 286
ICI, 286
Identificación por radiofrecuencia (Radio-frequency identification, RFID), 108-109, 176, 241
IKEA, 238
Importación, 284-285
Impuestos, 136, 137
Incentivos para la eficiencia, 278
Incertidumbre
 amortiguamiento de la, 132
 ciclo de desempeño, 41-42, 142, 146-147
 demanda, 142-146
 estimación de suministro, 149-151
 existencias de seguridad con incertidumbre combinada, 147-149
 reabasto dependiente de la demanda, 151-152
Incertidumbre de la demanda, 142-146
Incumplimiento de la expectativa, 54
Índice de materiales, 298
Industria camionera, 174-175, 179-181, 187
Industria de ferrocarriles, 174-175, 178-179, 186-187
Información anticipada de un cargamento (Advance Cargo Information, ACI), 292
Información para el ciclo de desempeño, 38-39
Ingeniería de procesos, 7
Ingeniería del valor, 86-87
Iniciativa de seguridad en contenedores (Container Security Initiative, CSI), 291
Integración
 de la empresa, 257-260
 de la red; *Consulte Integración de la red*
 de los sistemas de información, 289
 de planeación y control, 368
 del cliente, 368
 del proveedor, 369
 empresarial, 257-260
 interna, 368-369
Integración de una red, 297-319
 empresarial, 298-300
 formulación de estrategia, 313-318
 integración de costo total, 303-313
 economía del inventario, 305-309
 economía del transporte, 303-305
 red de costo total, 310-313
 requerimientos del almacén, 300-302; *Consulte también Almacén*
Integración operativa
 análisis de sistemas, 254-255
 barrieras internas para la, 258-259
 consideraciones de planeación en la cadena de suministro, 271-272
 consolidación simultánea de los recursos, 262
 de la empresa, 257-260
 de los proveedores, 86
 determinación de precios, 272-278
 la gran división, 259-260
 objetivos operativos, 256-257

procesamiento, 255, 258
procesos de la cadena de suministro, 260-261
razones para que fracase, 260
planeación de ventas y operaciones (sales and operation planning, S&OP), 64, 119, 263-271
utilización de recursos, 262-263
valor y, 254-255
visibilidad de la cadena de suministro, 261-262
Integridad de los datos, 271-272
Intercalado de tareas, 249
Intercambio de datos, 292
Intercambio de mercancía, trueque, 289
Intercambio electrónico de datos (EDI)
 definición de, 88, 105
 grupos de transacciones, 105-106
 XML, 111
Intercambio por radiofrecuencia, 108-109
Intercambios en compras, 88-89
Intermediarios, 169, 189-190
Intermediarios no operativos, 189-190
Internet
 catálogos electrónicos, 88, 110-111
 comercio electrónico, 88-89
 como servicio de comunicación, 109
 cumplimiento en el comercio electrónico, 250
 de negocio a negocio (business to business, B2B), 3
 EDI, 88, 105-106, 111
 portales de intercambio, 109-111
 transformación digital de los negocios, 18-19
 transporte, 170
 XML, 111
Inundación del mercado con precios bajos y subsidios continuos, 176
Inventory
 agotamiento de las existencias, 50, 82, 142-146
 análisis de, 349, 350
 aprovechamiento del, 258
 auditoría de, 50-51
 con capacidad de comprometer (capable-to-promise, CTP), 122-123, 270
 ciclo, 133
 clasificación de, 162-163
 consignación, 131
 costos por existencias, 23, 82, 135-137
 días de suministro, 381, 384
 disponible para comprometer (available-to-promise, ATP), 122-123, 270, 306
 el primero en entrar, el primero en salir, 245
 en tránsito, 167
 entrega con respecto a pedido, 50-51, 149-151, 379
 exactitud del, 232
 existencias básicas, 38, 133
 existencias de seguridad, 38, 134, 147-149, 308, 316, 317
 existencias en tránsito, 306-308
 flujo del, 31
 funciones del, 131-132
 indicadores del desempeño, 133-135
 minimización del tiempo de residencia, 16, 38, 384
 niveles de servicio, 133
 portfolio effect, 316
 promedio, 133-135
 punto para un pedido nuevo, 134, 137-138
 reabasto en colaboración, 160-161
 reabasto rápido, 301-302
 reducción de, 392
 riesgos, 131
 rotación de, 15, 27, 135, 256, 381, 391
 sistema de distribución pull, 154
 técnicas analíticas, 343-344
 técnicas de simulación, 345
 trabajo en proceso, 31

verificaciones contables, 232
Inventario administrado por el proveedor, 160-161, 366
Inventario administrado por el vendedor (Vendor-managed inventory, VMI), 160-161, 366
Inventario de trabajo en proceso, 31
Inventario en consignación, 131
Inventario en tránsito, 167
Inventario promedio, 133-135
ISO 9000, 81
ISO 14000, 81

J

John Deere, 374
Johnson & Johnson, 286, 301, 385
Junta de aeronáutica civil, 173, 174
Junta de transporte, 175
Justicia de procedimientos, 373
Justicia distributiva, 373
Justificación de un almacén basada en costos, 303-304
Justificación de un almacén basada en el servicio, 305-309
Justo a tiempo (Just in Time, JIT), 82, 95-96, 213
Justo a tiempo (Just in Time, JIT II), 96

K

Kimberly-Clark, 301
Kraft Foods, 225, 301
Kroger, 45

L

Lanzamiento del desarrollo de un producto/servicio, 260
Lectura, 104-105
Lectura electrónica, 104-105
Legislación de tarifa negociada, 175
Legislación de transporte, 172, 173
Legislación en comercio interestatal, 172-173
Legislación en la reforma de embarques marítimos, 176
Legislación en seguridad de transporte de materiales peligrosos, 171
Legislación para transportistas con vehículos automotores, 172, 174
Legislación regional, 285
Lenguaje de marcado de hipertexto (HyperText Markup Language, HTML), 111
Lenguaje de marcado extensible (Extensible Markup Language, XML), 111
Letra de cambio, 289
Ley de reautorización, 175
Libre a bordo, Free On Board, 141, 272-273
Licencia de transporte de carga, 208
Liderazgo, 364
Líneas de remolque, 243
Lista de materiales, archivo de, 117
Lógica de apoyo, desarrollo de una, 324-326
Lógica de las suposiciones, 328-329
Lógica del diseño, 337-343
Logística; *Consulte también Cadena de suministro*
 apoyo en la fabricación, 32, 33
 basada en el tiempo, 204
 basada en la respuesta, 204
 beneficios del servicio, 23-25
 calidad del servicio, 24
 ciclo de desempeño; *Consulte Ciclo de desempeño*
 costos, 18, 22-23, 25, 28, 283-284
 definición de, 4, 22
 diseño de red de la planta, 30
 distribución flexible, 36-37
 flujo de información, 32-33

- funciones de, 254
gastos, 22-23
interna, 32
inversa, 216, 218, 257, 260
objetivos, 22
operación de recepción-entrega inmediata, 37, 222
outsourcing, 9-10, 82, 90
preparación operativa
 combinada, 34-36
 distribución directa, 34, 35
 estructura de escalones, 33-34
proveedores de servicios integrados, 9-10, 37, 204, 216
proveedores externos, 10
requerimientos de sistemas de información, 120-121
servicios básicos, 24-25
tamaño del mercado, 10
Logística cradle-to-cradle, 257
- M**
- Manejo de categorías, 76
Manejo de la demanda, 265, 268
Manejo de las relaciones, 354-375
 administración del cambio, 361-362
 agregación funcional, 355-357
 cambio de una función a un proceso, 357-360
 conservación de las relaciones, 371-372
 contexto de comportamiento, 369-370
 desarrollo de la confianza, 372-374
 implementación de relaciones, 371
 información compartida, 362
 inicio de relaciones, 370-371
 liderazgo, 364
 poder, 363-364
 riesgo, 363
 sistema de clasificación, 365-366
 sistema integrado de cadena de suministro, 366-372
 virtual, 360-361
Manejo de materiales
 a granel, 242
 almacenamiento, 221-223
 ambiente regulatorio, 250-251
 aspectos ambientales, 250
 automatizado, 242, 245-248
 códigos de barras y lectura, 104-105
 como una función de la logística, 29-30
 dirigido por la información, 242-243, 249-250
 embalaje, 221
 importancia de, 29
 lineamientos en comercio electrónico, 250
 manejo dentro del almacén, 220
 mecanizado, 242-244
 montacargas, 243
 principios de, 220, 242
 procesamiento de devoluciones, 251
 radiofrecuencia inalámbrica, 249
 recepción, 220
 recolección sin documentos, 244
 seguridad, 250-251
 selección de pedidos, 246-247
 semiautomatizado, 242, 244-245
Manejo de volúmenes, 242
Manejo del activo, 377
Manejo dentro del almacenamiento, 220
Manejo en la relación cliente (Customer Relationship Management, CRM), 75-76, 102-103
Manejo operativo, 202-204
Manifiesto de embarque, 210
Margen de ganancia neta, 390-391
Materiales, 32
Materiales ubicuos, 298
Materias primas localizadas, 298
- Maytag, 79
Media, 144
Mediana, 144
Medidas de control, 99-100
Mejoramiento continuo de la calidad, 58, 257
Mejoras en la producción de 1993, 8
Menos de la carga normal (Less-than-truckload, LTL), 180
Mentalidad de granero, 258
Menú de precios, 84, 277-278
Mercado de compras, 88-89
Mercado de transacciones, 46-47
Mercados, segmentación de, 46
Mercadotecnia
 concentrada en el cliente, 45-49
 de transacciones, 46-47
 fundamentos de, 45-46
 micromercadotecnia, 47
 uno a uno (one-to-one), 47
 relación, 46-47
 satisfacción del cliente; *Consulte Satisfacción del cliente*
Mercancía, 199-200
Metas operativas, 371
Método de bloques, 240-241
Método de definición del mercado, 338
Método de ganancia neta para la valoración financiera, 389
Métrica de comprensión asociada a la cadena de suministro, 383-385
Micromercadotecnia, 47
Minimización de espacio, 238
Minimización del costo de transporte de la red, 304-305
Minimización del costo del inventario de la red, 309
Minimización del tiempo de residencia, 16, 38, 384
Modelado de cadena de suministro, 338
Modelado de series de tiempo, 66
Modelo costo de atención, 278
Modelo de ganancias estratégicas (Strategic Profit Model, SPM), 390-393
Modelo de negocios predictivo, 11
Modelo de negocios reactivo, 11-12
Modelos de negocio
 basado en una predicción, 11
 de respuesta, reactivos, 11-12
Modificación de la ubicación, 315-317
Modo, 177
Módulo de despliegue y administración del inventario, 125-126
Monitoreo, 376
Montacargas, 243
Montaje, 216-217
Movimiento de productos, 167
Movimiento promedio 69-70
- N**
- NAFTA, 181
Negociación, 206
Negocios internacionales, 282-296
 alianzas, 290
 ciclos de desempeño, 286-287
 complejidad en exportación/importación, 284-285
 consideraciones operativas, 288-289
 contratación, 293-295
 costos, 18, 283-284
 deficiencia en seguridad, 290-293
 definición de globalización, 17-18
 desventaja de aranceles, 289
 documentación requerida, 289
 empresa sin nacionalidad, 285-286
 etapas del desarrollo, 284-286
 integración de los sistemas de información, 289
 intercambio comercial, 289
 leyes de contenido local, 285
- presencia local, 285
problemas con los idiomas, 288
retrasos, 287
tiempo de desarrollo, 287
transporte, 287-288
vs operaciones regionales, 286
- Nestlé, 286
Nike, 10
Nivelación, 69, 70-71
Nivelación exponencial, 69, 70-71
Nivelación extendida, 69, 71
Niveles de servicio, 133, 313-315
Notificación anticipada de un embarque, 203
Novartis, 286
- O**
- Objetivo, 8, 39, 47, 225
Objetivos, 22, 371-372
Objetivos, declaración de, 327-328
Objetivos estratégicos, 372
Obtención de insumos, 85, 293-295
Opciones para el cliente, 12
Operaciones de distribución, 123-124
Optimización, 330, 337
Optimización de enteros combinados, 337
Optimización de recursos, 269-270
Organigramas, 355
Organización
 agregación funcional, 355-357
 cambio de una función a un proceso, 357-360
 cambio en el manejo de la, 361-362
 centralización, 360
 como proceso, 358
 de matriz, 360
 descentralización, 360
 jerárquica, 358-359
 vertical, 358-359
 virtual, 360-361
Organización de procesos, 358
Organización en matriz, 360
Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO), 81, 292
Organización jerárquica, 358-359
Organización Mundial de Aduanas (World Customs Organization, WCO), 292
Organización para el Comercio Mundial (World Trade Organization, WTO), 176, 292
Organización vertical, 358-359
Organización virtual, 360-361
Outsourcing
 fabricación, 90
 logística, 9-10, 82, 90
- P**
- Paradigma de especialización en procesos, 9
Paradigma de la información compartida, 8
Participación del proveedor anterior, 86-87
Paso por puerto, 188
Pedido de reabasto, 133
Pedido perfecto, 3, 53-54, 59, 382
Pedidos enviados, 51
Pedidos por períodos, 122
Pepsi, 289
Pérdida y daño, 207, 233
Período de seguridad, 152
Personalización de la fabricación, 260
Peso por ubicación, 298
Philips, 286
Pick-to-light, 250
Plan de mercadotecnia sin restricciones, 264
Plan de recursos, 264
Plan de trabajo de un proyecto, 329

- Plan de ventas, 264
 Planeación
 administración de la demanda, 265, 268
 aplicaciones, 265-266
 beneficios, 270-271
 como proceso
 definición del problema, 321-329
 recomendaciones e implementación, 334-335
 recopilación y análisis de datos, 329-333
 consideraciones de implementación, 271-272
 continuidad de los negocios, 290
 del transporte, 266
 en colaboración, 63-64
 estratégica, 100-101, 103
 metodología para, 320-321
 planeación de ventas y operaciones (S&OP);
 Consulte Planeación de ventas y operaciones (S&OP)
 planeación y programación avanzadas (advanced planning and scheduling, APS), 103, 156, 267-270
 planes de negocios, 264
 previa a un pedido, 205
 producción, 265-266
 proyecto, 327-329
 requerimientos, 64, 157-160, 266
 supuestos, 329-332
 táctica, 104
 valoración de la factibilidad, 321-327
 Planeación de continuidad de los negocios, 290
 Planeación de la cadena de suministro (Supply Chain Planning, SCP), 102-103
 Planeación de la carga, 203
 Planeación de la producción, 265-266
 Planeación de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP)
 componentes, 101-103
 diseño del sistema, 115-116
 motivo principal para implementar, 113-115
 planeación y programación avanzadas, 103, 156, 267-270
 sistemas globales, 289
 Planeación de requerimientos, 64, 157-160, 266
 Planeación de requerimientos de distribución (Distribution Requirements Planning, DRP), 120, 157-160
 Planeación de requerimientos de materiales (Materials Requirements Planning, MRP), 96, 121, 157-160
 Planeación de transporte, 266
 Planeación de un proyecto, 327-329
 Planeación de ventas y operaciones (S&OP), 263-271
 administración de la demanda, 265, 268
 como proceso, 264
 conflictos, 263
 de transporte, 266
 definición de, 119
 planeación de la producción, 265-266
 planeación de los requerimientos, 64, 157-160, 266
 planeación y programación avanzadas (APS), 103, 156, 267-270
 Planeación en la satisfacción de altos niveles de demanda, 152
 Planeación estratégica, 100-101, 103; *Consulte también* Planeación
 Planeación previa a un pedido, 205
 Planeación táctica, 104
 Planeación y programación avanzadas (Advanced Planning and Scheduling, APS), 103, 156, 267-270
 Planeación, predicción y reabasto en colaboración (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, CPFR), 74-75, 111, 366
 Planes de negocios, 264
 Plantas oscuras, 247-248
 Plantas, ubicación de, 298-300
 Plataformas de contenedores de apilado doble, 178-179
 Poder, 363-364
 Poder de marca, 90
 Point-of-sale (POS), 105
 Política del inventario, 133
 Política nacional de transporte, 174
 Porcentaje en existencias almacenadas, 384
 Portales de intercambio, 109-111
 Portfolio effect, 316
 Posicionamiento de tarimas, 228
 Prácticas de carga comercial, 277
 Prácticas de contabilidad pública, 386-387
 Precios bajos todos los días (EDLP), 277
 Precios de tarifa neta, 195-196
 Precios netos, 276
 Predicción
 administración de, 67-68
 administración de recursos de, 64
 componentes de una, 64-66, 66-68
 CPFR, 74-75, 111, 366
 definición de, 62
 demanda, 68
 en colaboración, 63-64
 exactitud de, 72-73
 medición de errores, 72-73
 operativa, 66
 planeación de requerimientos, 64
 técnicas
 causales, 71-72
 cuantitativas, 69
 de regresión, 71-72
 de series de tiempo, 69-71
 ventas, 142
 Predicción de la demanda, 68
 Predicción de las ventas, 142
 Predicción en colaboración, 63-64
 Predicción mediante una regresión, 71-72
 Predicciones operativas, 66
 Presencia local, 214, 285, 299-300
 Principio de disminución, 168, 192, 303
 Principio de la cantidad, 303
 Principio de Pareto, 27, 87, 163
 Privatización, 287, 288
 Problemas legales
 acuerdos de tráfico naviero y bilaterales, 287-288
 antimonopólicos, 173
 disposición Robinson-Patman, 173, 275
 legislación regional, 285
 Procesamiento de imágenes, 112-113
 Procesamiento de las devoluciones, 251
 Procesamiento de pedidos, 26-27, 122, 123
 Procter & Gamble, 45, 276
 Productividad, 380
 Productividad del activo, 391
 Producto, 32
 Producto Interno Bruto (Gross Domestic Product, GDP), 283
 Producto nacional bruto (Gross National Product, GNP), 22
 Programa maestro de producción (MPS), 121
 Programación del equipo, 202-203
 Programación lineal, 346
 Programación matemática, 269
 Promedios móviles, 69-70
 Promedios ponderados, 70
 Pronóstico de fabricación, 13
 Pronto pago, 15, 83
 Propiedad intermodal, 287
 Propuesta de valor logístico, 25-26
 Protección de aduanas y fronteras de Estados Unidos, 291
 Protiviti, 394
 Proveedor de la carga, 216
 Proveedores
 certificación de, 85
 de nivel uno, 216
 de países con costos bajos, 293-295
 desarrollo de, 82-83
 desempeño de, 55-56
 participación temprana con, 86-87
 reducción del número de, 85-86, 300
 solidez de, 52
 Proveedores de nivel uno, 216
 Proveedores de servicios con activo, 10
 Proveedores de servicios integrados, 9-10, 37, 204, 216
 Proveedores de servicios logísticos para terceros, 10
 Proveedores de servicios logísticos subcontratados, 10
 Proveedores de servicios no basados en el activo, 10
 Público, como participante en el transporte, 170
 Puente terrestre, 188
 Punto para un pedido nuevo, 134, 137-138
 Put-to-light, 250

R

- Racionalización de la cadena de suministro, 362
 Radio inalámbrico, 244
 Razón de disponibilidad
 definición de, 379
 estimación, 149-151
 servicio al cliente y, 50-51
 Reabasto del inventario en colaboración, 160-161
 Reabasto del perfil, 161
 Reabasto dependiente de la demanda, 151-152
 Reabasto rápido, 301-302
 Recepción, 220
 Recepción-entrega inmediata, 37, 203, 215, 217, 222
 Reciclado, 216
 Reclamaciones por cobro de menos, 175, 207
 Reclamaciones por cobro excesivo, 207
 Recolección sin documentos, 244
 Reconsignación, 201
 Recopilación y análisis de datos, 329-333
 Recuperación de un funcionamiento defectuoso, 52
 Red de costo total, 310-313
 Red de procesamiento comercial, 88
 Redes comerciales, 88-89
 Redes de valor agregado (Value-added Networks, VANs), 106
 Redes empresariales, 298-300
 Redes para comercio, 88-89
 Reducción de la varianza, 256
 Reducción del inventario, 256
 Refabricación, 216
 Reforma reglamentaria y modernización de transportistas con vehículos automotores, 9
 Regla 80/20, 27, 87, 163
 Regla de la raíz cuadrada, 316-317
 Regla manifiesta avanzada (Advanced Manifest Rule, AMR), 291-292
 Reglamentos sociales, 171-172
 Regreso sin carga, 194
 Regulaciones
 de seguridad, 171-172, 176
 del transporte, 170-176
 desregulación, 9-10, 174-176, 180, 287
 económicas, 171
 historia de, 172-176
 sociales, 171-172
 Relevancia, 254
 Remolques, 243
 Requerimientos de datos, 347

Requerimientos de datos de diseño, 338-340
 Requerimientos de la fabricación, 121
 Resistencia de la cadena de suministro, 290
 Responsabilidad, 193
 Respuesta rápida (Quick response, QR), 160
 Restricción de uso, 285
 Restricciones
 de capacidad, 91-92, 119-120, 262
 de modificación, 91-92
 declaración de, 328
 del equipo, 91-92
 del mercado global, 91-92
 teoría de, 92
 Restricciones de instalación/cambio, 91-92
 Restricciones para una modificación, 91-92
 Restricciones referentes a capacidad, 91-92, 119-120, 262
 Resultados para el ciclo de desempeño, 38-39
 Resurgimiento de la logística, 4, 21
 Retorno de margen de contribución sobre inversión del inventario, 393
 Retorno sobre el activo (Return on assets, ROA), 381, 390
 Retorno sobre el valor neto (Return on net worth, RONW), 390
 Retorno sobre la inversión (Return on investment, ROI), 381, 390
 Retroalimentación en función del desempeño, 371-372
 Revisión de inventarios, 232
 Revisión de inventarios perpetuos, 152-153
 Revisión de operación interna, 322-323
 Revisión periódica del inventario, 154
 Revitalización y reforma reglamentaria de los ferrocarriles, 173
 RFID, 108-109, 176, 241
 Riesgos, 131
 Robo de los almacenes, 232-233
 Robótica, 245
 Rotación de efectivo, 16-17, 377
 Rotación del inventario, 15, 27, 135, 256, 381, 391
 Rotación libre del efectivo, 16-17
 Rutas de navegación comercial inteligentes y seguras (Smart and Secure Tradelanes, SST), 292
 Rutas marítimas para transporte, 194

S

S&OP; *Consulte Planeación de ventas y operaciones (S&OP)*
 Safeway, 45
 Sam's Club, 48
 Sandbox, 258
 SAP, 271
 Satisfacción del cliente
 definición de, 54
 limitaciones de, 59-60
 medición de la, 383
 modelo de, 55-58
 razones para que fracase, 57-58
 Schneider National, 112
 Sears Holding, 8
 Sección divisoria, 240
 Segmentación de los mercados, 46
 Segmentación de requerimientos, 87-88
 Segmentación del mercado, 46
 Seguimiento, 206
 Seguridad
 en los almacenes, 232-233, 250
 manejo de materiales, 250-251
 regulaciones para la, 171-172, 176
 Seguridad de la cadena de suministro, 290-293, 394
 Seis sigma, 3, 53
 Selección, 220

Selección de pedidos, 246-247
 Selección discreta, 229
 Selección por lotes, 229
 Selección por onda, 229-230
 Separación de funciones, 357, 360-361
 Separación del precio, 84, 272, 300
 Servicio al cliente
 análisis de disponibilidad, 313-315
 análisis de sensibilidad del servicio, 315-317, 333
 atributos de un bien
 confiabilidad del servicio, 24, 52-53
 desempeño operativo, 24, 51-52
 disponibilidad, 24, 50-51, 183, 313, 379
 flexibilidad, 52, 297
 velocidad, 51
 definición de, 49-50
 estándares, 54
 expectativas de mejoramiento, 58-59
 medición de, 379
 pedido perfecto, 3, 53-54, 59, 382
 plataformas básicas de servicio, 54
 servicios de valor agregado, 10, 62, 219, 230
 sobresaliente, 50
 umbral de niveles de servicio, 313-315
 Servicio de empaque, 184-186
 Servicio de paquetería, 186
 Servicio de paquetería terrestre, 184-186
 Servicio de transporte, 168-169
 Servicio de vagón plataforma, 186-187
 Servicio postal de Estados Unidos, 169, 185, 195, 274
 Servicios adicionales, 201
 Servicios de tránsito, 201
 Servicios de valor agregado, 10, 62, 219, 230
 Servicios en torno al contexto 201-202
 Servicios logísticos limitados, 8
 Simulación, 330, 335, 345
 Simulación dinámica, 335
 Sincronización de datos, 105-109
 Sistema de administración de patio (Yard Management System, YMS), 103, 202-203, 230
 Sistema de administración de un almacén (Warehouse Management System, WMS), 103, 229-231
 Sistema de administración del transporte (Transportation Management System, TMS), 103, 124, 202, 230
 Sistema de apoyo para predicciones, 67
 Sistema de transacciones, 99
 Sistema integrado de cadena de suministro, 366-372
 Sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación (Automated Storage and Retrieval System, AS/RS), 247-248
 Sistemas de comunicación, 103
 Sistemas de determinación de precios base, 274
 Sistemas de ejecución, 103
 Sistemas de ejecución empresarial, 103
 Sistemas de identificación automática, 104-105
 Sistemas de información
 arquitectura de, 117-118
 bases de datos centralizadas, 116-117
 características, 101
 componentes de diseño
 despliegue y administración del inventario, 125-126
 integración, 121-122, 289
 operaciones, 122-125
 planeación/coordinación, 118-121
 niveles de funcionalidad, 99-101
 planeación de los recursos de la empresa (ERP); *Consulte Planeación de los recursos de la empresa (ERP)*
 sistemas de ejecución, 103
 sistemas de planeación, 103-104

sistemas heredados, 101-103
 tecnología de las comunicaciones
 códigos de barras y lectura, 104-105
 EDI, 88, 105-106, 111
 Internet; *Consulte Internet*
 procesamiento de imágenes, 112-113
 sincronización de datos, 105-109
 sistemas de comunicación, 103
 vía satélite, 112
 XML, 111

Sistemas de información de la cadena de suministro
 arquitectura de, 117-118
 bases de datos centralizadas, 116-117
 características, 101
 componentes de diseño
 despliegue/administración del inventario, 125-126
 integración, 121-122, 289
 operaciones, 122-125
 planeación/coordinación, 118-121
 ERP; *Consulte Planeación de los recursos de la empresa (ERP)*
 niveles de funcionalidad, 99-101
 sistemas de ejecución, 103
 sistemas de planeación, 103-104
 sistemas heredados, 101-103
 tecnología de comunicación
 códigos de barras y lectura, 104-105
 EDI, 88, 105-106, 111
 Internet; *Consulte Internet*
 procesamiento de imágenes, 112-113
 sincronización de datos, 105-109
 sistemas de comunicación, 103
 vía satélite, 112
 XML, 111

Sistemas de información de operaciones, 122-125
 Sistemas de inventario Pull, 154
 Sistemas de manejo automatizado, 242, 245-248
 Sistemas de manejo de información, 242-243, 249-250
 Sistemas de manejo mecanizado, 242-244
 Sistemas de medición
 administración del activo, 380-381
 aprovisionamiento del cliente, 382-383
 calidad, 380
 control en la operación logística, 376
 desempeño de costos, 378-379
 dirección en la operación logística, 376-377
 importancia de, 376-377
 mejoramiento en torno al valor de acciones, 377
 métrica, 377-378
 métrica de la cadena de suministro, 383-385
 monitoreo, 376
 perspectivas funcionales, 377-381
 problemas sociales, 393-395
 productividad, 380
 puntos de referencia, 385-386
 satisfacción del cliente, 383
 servicio básico al cliente, 379
 valoración financiera
 análisis costo-ingreso, 386-390
 modelo de ganancias estratégicas, 390-393

Sistemas heredados, 101-103
 Sistemas semiautomatizados, 242, 244-245
 Soborno, 285
 Sobre pedido, fabricación, 12
 Sobreprecios, 199, 285
 Sociedad de aduanas y comercio contra el terrorismo (Customs-Trade Partnership against Terrorism, C-TPAT), 176, 291, 394
 Standard Oil Company, 173
 Steel Service Center, 93
 Suministro de pedidos, 133, 379
 Suministros, 230
 Suposiciones, 329-332
 Suposiciones de la administración, 330

Suposiciones de negocios, 330
Suposiciones de un análisis, 330

T

Tarifa consolidada, 201
Tarifa de carga, 133
Tarifa de carga de todo tipo (Freight-all-kind rate, FAK), 200
Tarifa de carga y cuenta del embarcador, 200
Tarifa de línea única, 200
Tarifa de valor liberado, 200
Tarifa limitada de servicio, 200
Tarifa local, 200
Tarifas, 173, 196
Tarifas de clases, 196
Tarifas de destino, 198-199
Tarifas de excepción, 200
Tarifas de origen, 198-199
Tarifas de transporte
 carga de todo tipo, 200
 clases, 196
 clasificación de productos, 196-198
 destino, 198-199
 estrategias para determinar los precios, 195-196
 excepción, 200
 mercancía, 199-200
 por volumen, 140-141
 proporcionales, 201
 reglamentos, 172-176
 tarifas y servicios especiales, 200-202
Tarifas proporcionales, 201
Tarjeta de balance, 258
Tasa de aprovisionamiento de líneas, 133
Tasa de demanda, 347
Técnicas causa-efecto, 71-72
Técnicas de predicción cualitativa, 69
Técnicas de predicción mediante series de tiempo, 69-71
Tecnología de la información, 6, 356, 358
Tecnología satelital, 112
Tecnología Wi-Fi, 249
Tecnologías de comunicación
 códigos de barras y lectura, 104-105
 intercambio electrónico de datos (Electronic Data Interchange, EDI), 88, 105-106, 111
 Extensible Markup Language (XML), 111
 Internet; Consulte Internet
 procesamiento de imágenes, 112-113
 satelital, 112
 sincronización de datos, 105-109
Teoría de la ubicación, 298-299
Teoría de las restricciones, 92
Término de legislación bajo Interstate Commerce Commission (ICC), 175
Términos de la carga, 272-273
Términos de pago, 15
The Limited, 363
Tiempo de desarrollo, 92-93, 287
Tiempo de espera como un resultado del servicio, 48-49
Tiempo de recuperación, 24
Tiempo de respuesta de la cadena de suministro (Supply Chain Response Time, SCRT), 385
Tiempo de un ciclo, pedido promedio, 379
Tiempo fuera de operación, 92
Tiempo improductivo, 381
Tiempo improductivo del equipo, 381
Tiempo operativo, 92
Tiempo para llegar al mercado, 2
Tiempo promedio de ciclo de pedido, 379
TNT, 287
Toma de decisiones
 de diseño, 336

de inventario, 343-345
de transporte, 345-348
Tráiler sobre una plataforma (Trailer On a FlatCar, TOFC), 187
Transferencia, 220
Transferencia de información, 241-242
Transferencia electrónica de fondos (Electronic Funds Transfer, EFT), 16
Transformación digital de negocios (Digital Business Transformation, DBT), 18-19
Transparencia de la organización, 360-361
Transporte, 166-190
 acuerdos de tránsito marítimo y bilaterales, 287-288
 administración de reclamaciones, 207
 administración del movimiento, 203-204
 administración operativa, 202-204
 aéreo, 173, 182-183, 186
 agentes de transporte de carga, 169, 189
 análisis de, 345-348
 apresuramiento, 206
 auditoría en, 207
 características operativas, 183-184
 clasificación modal, 183-184
 con camiones, 174-175, 179-181, 187
 conocimiento de embarque, 112, 208-209, 289
 consolidación, 204-206, 256-257, 302, 303
 control, 206-207
 costos
 asignación de, 194-195
 combinados, 194
 comunes, 195
 fijos, 194
 fijos variables, 178, 183
 indicadores económicos, 192-194
 sistema total, 28
 variables, 194
 demora, 201
 desregulación, 9-10, 174-176, 180, 287
 desviación, 168
 determinación de rutas, 203, 346
 documentación, 208-210
 facturas de la carga, 207, 210
 funcionalidad, 167-168
 gastos, 177
 global, 287-288
 impacto ambiental, 167
 importancia de, 167
 integración logística, 208
 intermediarios, 169, 190
 intermediarios no operativos, 189-190
 intermodal, 186-189, 287
 Internet y, 170
 manifiesto de envío, 210
 marítimo, 173, 181
 negociación, 206
 notificación anticipada de embarque, 203
 para contratar, 9
 participantes, 168-170
 planeación de la carga, 203
 por conductos, 173, 182
 por ferrocarril, 174-175, 178-179, 186-187
 principios económicos, 168
 privatización, 287, 288
 programación del equipo y administración del patio, 202-203
 proveedores de servicios Integrados (Integrated Service Provider, ISP), 9-10, 37, 204, 216
 reglamentos, 170-176
 requerimientos, 28-29
 seguridad, 176

servicio de empacado, 184-186
servicio de vagón plataforma, 186-187
servicio terrestre, 184-186
servicios ambientales, 201-202
servicios proporcionados, 167-168
términos de la carga, 272-273
transportistas con vehículos automotores, 172
velocidad, 28, 183
Transporte aéreo, 173, 182-183, 186
Transporte intermodal, 186-189
Transporte marítimo, 173, 181
Transporte para envíos pequeños, 184
Transportistas, 243
Transportistas con vehículos automotores, 172
Trasbordador, 188
Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (North American Free Trade Agreement, NAFTA), 181
Trenes unitarios, 178-179

U

Ubicación de almacenes, 30, 298-300
Umbrales de niveles de servicio, 313-315
United Parcel Air, 182
United Parcel Service, 10, 58, 104, 178, 181, 185, 186, 188, 195, 200, 230, 287
USF Corp., 180-181
Usuario final de la organización, 45
Usuarios finales, 44-45
Utilidad agregada, 46
Utilidad en sí del producto, 46
Utilización
 del activo, 377
 de espacio, 238
 de los recursos, 262-263

V

Vagones acoljinados para aparatos, 178
Vagones de tres niveles, 178
Validación de datos, 332
Valor, 254
Valor del mercado, 254
Valor económico, 254
Valoración de la factibilidad, 321-327
Valoración de la tecnología, 322-324, 325
Valoración del mercado, 322, 324
Variedad y surtido de un producto como resultado de un servicio, 49
Variedad, 91
Vehículos, 178-179
Vehículos de conducción automatizada (AGV), 244-245
Velocidad
 de servicio, 51
 de transporte, 28, 183
 tiempo para llegar al mercado, 2
Velocidad del producto, 221
Ventajas y desventajas, 255, 311
Visibilidad, 261-262
Visibilidad de la cadena de suministro, 261-262
Volumen
 consolidación del, 85-86
 de carga, 192-193
 fabricación, 90-91
 tarifas de transporte y, 140-141

W

Wal-Mart, 8, 39, 47, 88, 108, 112, 160, 277

Y

Yellow Roadway, 180-181

