



Planeación de la capacidad

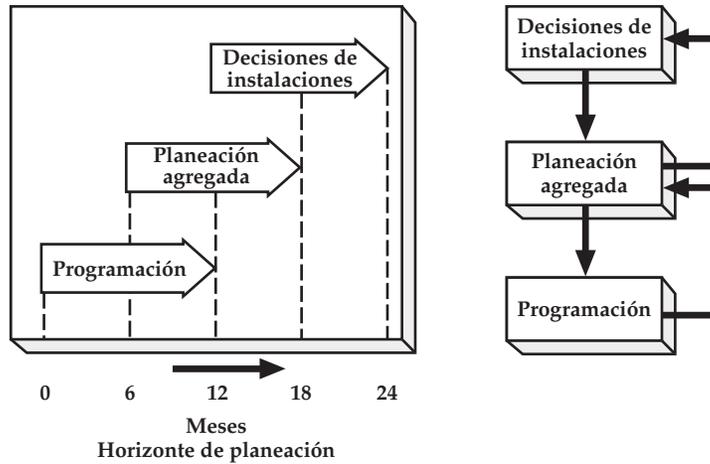
Presentación del capítulo

- 12.1 Decisiones de instalaciones
- 12.2 Estrategia de instalaciones
- 12.3 Definición de la planeación de las ventas y de las operaciones
- 12.4 Naturaleza interfuncional de la planeación de las ventas y de las operaciones
- 12.5 Opciones de planeación
- 12.6 Estrategias básicas de la planeación agregada
- 12.7 Costos de la planeación agregada
- 12.8 Ejemplo de planeación agregada
- 12.9 Aspectos y términos clave
 - Usted decida
 - Ejercicios por internet
 - Problemas resueltos
 - Preguntas de análisis
 - Problemas
 - Bibliografía
 - Suplemento: modelos matemáticos

En este capítulo exponemos las decisiones de capacidad relacionadas con la ejecución de la producción de bienes y servicios. Las empresas toman decisiones de planeación de la capacidad que son de largo, mediano y corto plazos. Tales decisiones se desprenden en forma natural de las de la cadena de suministro ya tomadas y de la información de los pronósticos como un insumo.

Las decisiones de capacidad deben alinearse con la estrategia de operaciones de una empresa. La estrategia de operaciones proporciona un mapa que se usa al tomar decisiones de la cadena de suministro encaminadas a crear una red de organizaciones cuyo trabajo y producto final se apliquen a la satisfacción de las necesidades de productos y servicios de los clientes. Las decisiones de capacidad se basan en estimaciones pronosticadas de la demanda futura; por ejemplo: las áreas de operaciones y de marketing colaboran para desarrollar un pronóstico para la demanda de servicios de un balneario del tipo spa antes de que éste tome decisiones de planeación de capacidad vinculadas con las instalaciones apropiadas y la cantidad de personal que requerirá.

FIGURA 12.1
Jerarquía de las decisiones de capacidad.



Como lo expusimos en el capítulo anterior, las decisiones a largo plazo se asocian con la selección de las instalaciones y del proceso, las cuales se extienden, por lo general, aproximadamente uno o más años hacia el futuro. La primera parte de este capítulo describe las decisiones de instalaciones y un enfoque estratégico para tomarlas. Asimismo, en este capítulo estudiamos la planeación agregada a mediano plazo, la cual se extiende de seis meses a un año o dos hacia el futuro. En el siguiente capítulo se exponen las decisiones de capacidad a corto plazo de menos de seis meses que se relacionan con la programación de los recursos disponibles para satisfacer la demanda.

Las instalaciones, la planeación agregada y la programación de la producción integran una **jerarquía de decisiones de capacidad** respecto de una planeación de operaciones que puede extenderse de un largo plazo, hasta uno mediano o uno corto. Primero, las decisiones de planeación de las instalaciones son de carácter a largo plazo y se toman para obtener la capacidad física que debe planearse, desarrollarse y estructurarse antes del uso que se pretende. Posteriormente, la planeación agregada determina el nivel de la fuerza laboral y el de la producción final para un mediano plazo dentro de la capacidad disponible. Por último, la programación de las operaciones consiste en decisiones a corto plazo que se restringen por la planeación agregada y aplica la capacidad disponible asignándola a actividades específicas.

Esta jerarquía de las decisiones de capacidad se muestra en la figura 12.1. Observe que las decisiones proceden de los niveles altos a los niveles bajos y que hay ciclos de realimentación de los niveles más bajos a los más altos; por lo tanto, con frecuencia, las decisiones de programación indican la necesidad de una planeación agregada revisada y, asimismo, la planeación agregada puede poner de manifiesto necesidades de instalaciones.

Definimos **capacidad** (algunas veces denominada capacidad máxima) como la mayor producción que puede elaborarse a lo largo de un periodo específico, como un día, una semana o un año. La capacidad puede medirse en términos de medidas de producción como el número de unidades o las toneladas producidas y el número de clientes atendidos a lo largo de un periodo específico. También, puede medirse por la disponibilidad física de los activos, como el número de cuartos de hotel disponibles, o por la disponibilidad de la mano de obra; por ejemplo: la mano de obra disponible para consultorías o servicios de contabilidad.

La estimación de la capacidad depende de supuestos razonables acerca de la disponibilidad de las instalaciones, del equipamiento y de la fuerza laboral para uno, dos o tres turnos así como de los días operativos por semana o por año. Si suponemos que se dispone de dos turnos de ocho horas durante cinco días por semana, todo el año, la capacidad de las instalaciones es de $16 \times 5 = 80$ horas por semana y $80 \times 52 = 4\,160$ horas por año; sin embargo, si las instalaciones se dotan de personal para un solo turno, dichas estimaciones

Liderazgo operativo El derrumbe de un puente ilustra la necesidad de disponer de una capacidad de emergencia

El puente denominado 1-35W Mississippi River, cerca del centro de Minneapolis y de la Universidad de Minnesota, se derrumbó durante las horas de congestión de la noche del 1 de agosto de 2007. En los esfuerzos de rescate participaron 75 agencias de la ciudad, del condado, del Estado y federales. Tales catástrofes ilustran la necesidad de disponer de una capacidad especial para servicios de emergencia.



La policía de Minneapolis y los departamentos de bomberos estuvieron entre los primeros que respondieron al

desastre y, aunque de ordinario tienen un exceso de capacidad, la utilización de esos servicios se vio temporalmente sobrepasada. La policía suburbana y las unidades de bomberos, con su propia capacidad disponible, se congregaron para responder a otras demandas para aquellos servicios sin relación con el derrumbe del puente.

Aunque la mayoría de las víctimas afectadas fueron tratadas en el centro médico del condado Hennepin, otros nueve hospitales del área también trataron a las víctimas. Tal colaboración entre las unidades de emergencia de los hospitales es necesaria durante los grandes desastres, ya que ningún hospital por sí solo tiene la capacidad suficiente para absorber estos brotes repentinos en la demanda.

Las excelentes relaciones laborales entre agencias que se desarrollaron durante una capacitación conjunta, una planeación en grupo e incidentes anteriores de emergencia se citaron como una de las principales razones por las que las operaciones de respuesta y de recuperación se desplegaron de manera uniforme. Como lo comentó un líder del rescate: *No lo visualizamos como un incidente de Minneapolis; más bien, fue un incidente de la ciudad, del condado y del Estado.*

Fuente: Adaptado de la información compilada a partir de varias fuentes, incluyendo "1-35W Mississippi River Bridge", www.wikipedia.org, 2009.

de la capacidad deben dividirse a la mitad. La capacidad de las instalaciones no está disponible a menos que haya una fuerza de trabajo para operarla.

La **utilización** es la relación entre la producción real y la capacidad y se define mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad}} \times 100\%$$

La utilización de la capacidad es una útil medida para estimar qué tan ocupadas están las instalaciones o la proporción de la capacidad total que se está utilizando. Casi nunca es razonable planear para un uso al 100%, ya que la capacidad extra (no empleada) es necesaria tanto para los eventos planeados como para los no planeados. Los eventos planeados pueden incluir el mantenimiento requerido o el reemplazo de equipos y los no planeados podrían ser una entrega tardía de un proveedor o una demanda inesperada.

Las tasas de utilización varían ampliamente por industria y por empresa. Los procesos con un flujo continuo pueden tener un uso cercano al 100%. Las instalaciones con procesos de líneas de ensamble pueden establecer el empleo planeado al 80% para permitir flexibilidad para la satisfacción de una demanda inesperada. A menudo, los procesos por lotes y por talleres de trabajo tienen, incluso, una utilización más baja. Los servicios de emergencia como la policía, los bomberos y los cuidados médicos de emergencia, casi siempre, tienen una utilización muy baja, en parte para satisfacer las demandas que deben atender durante catástrofes. El cuadro "Liderazgo operativo" narra la historia del derrumbe del puente Interestatal 35W en Minneapolis, Minnesota, como un ejemplo de la necesidad de una capacidad proveniente de una variedad de organizaciones durante las emergencias.

En el corto plazo es posible que una empresa opere por arriba de una utilización al 100% ya que puede utilizarse tiempo extra o una tasa adicional de la fuerza de trabajo para satisfacer una demanda altamente variable o estacional. Por lo regular, los servicios de correo y de entrega de empaques recurren a estos medios para incrementar el producto del trabajo antes de un gran día festivo; sin embargo, las empresas no pueden sostener esta rápida tasa de trabajo más allá de un breve periodo. Para la mayoría de las organizaciones, el agotamiento del trabajador, el mantenimiento demorado del equipamiento y los costos adicionales pueden hacer indeseable operar a una utilización muy alta en un plazo mediano o largo.

Además de la capacidad máxima teórica, existe una **capacidad efectiva** que se obtiene sustrayendo el tiempo inactivo durante el mantenimiento, los descansos entre turnos, los cambios de programas, el ausentismo y otras actividades que disminuyen la capacidad disponible; de este modo, la capacidad efectiva es la cantidad de capacidad que puede usarse al planear la producción real de las instalaciones a lo largo de un periodo. Para estimar la capacidad efectiva de las instalaciones con dos turnos que se describieron anteriormente, debemos sustraer las horas para los eventos planeados y para los imprevistos.

12.1 DECISIONES DE INSTALACIONES



Las **decisiones de instalaciones**, es decir, las de planeación de la capacidad al plazo más largo de todos, son de gran importancia para una compañía. Dichas decisiones imponen restricciones físicas sobre la cantidad que puede producirse y, por lo común, requieren de una inversión de capital significativa; por lo tanto, las decisiones de instalaciones involucran a todas las funciones organizacionales y, con frecuencia, se toman al nivel corporativo más alto, incluyendo a la alta administración y a la junta directiva.

Las empresas deben decidir si amplían las instalaciones actuales o si construyen instalaciones nuevas. A medida que expongamos la estrategia de instalaciones más adelante, veremos que hay distintas ventajas y desventajas que deben considerarse. La expansión de las instalaciones actuales puede proporcionar conveniencias de ubicación para la administración, pero la construcción puede demandar sistemas actualizados como calefacción y ventilación; de manera alternativa, las instalaciones nuevas pueden localizarse cerca de una fuerza laboral potencialmente más grande, pero requerirá de una duplicación de actividades como mantenimiento y capacitación.

Cuando la construcción es necesaria, el tiempo de espera de muchas decisiones de instalaciones va de uno a cinco años. Por lo general, el marco de tiempo de un año involucra edificios y equipamiento que pueden construirse rápidamente o que pueden arrendarse. El marco de tiempo de cinco años implica instalaciones grandes y complejas como refinerías, fábricas de papel, fundidoras y plantas generadoras de electricidad.

En las decisiones de instalaciones se plantean cinco preguntas fundamentales:

1. ¿Cuánta capacidad se necesita?
2. ¿Qué tan grande deben ser las instalaciones?
3. ¿Cuándo se requiere la capacidad?
4. ¿Dónde deberían localizarse las instalaciones?
5. ¿Qué tipo de instalaciones o de capacidad se demandan?

Las preguntas acerca de cuánto, qué tan grande, cuándo, dónde, y qué tipo pueden separarse conceptualmente, pero, en la práctica, casi siempre, se interrelacionan. En consecuencia, las decisiones de instalaciones son extremadamente complejas y difíciles de analizar.

Es la siguiente sección se consideran con detalle estos cinco tipos de decisiones de instalaciones. Se resalta la noción de una estrategia de instalaciones, de una toma de decisiones interfuncional y la relación de la estrategia de las instalaciones con la estrategia del negocio.

12.2 ESTRATEGIA DE INSTALACIONES

En el capítulo 2 se hizo notar que una estrategia de instalaciones es una de las principales partes de una estrategia de operaciones. Ya que las principales decisiones sobre instalaciones afectan el éxito competitivo, deben considerarse como parte de la estrategia total de operaciones y no sólo como una serie de decisiones adicionales de presupuesto de capital. Asimismo, como ya se mencionó, el apoyo de la estrategia de operaciones se aplica a otras importantes decisiones estratégicas del área de operaciones referentes al diseño del proceso, la cadena de suministro y la administración de calidad.

Una **estrategia de instalaciones** considera la cantidad de capacidad, el tamaño de las instalaciones, fijar el momento de los cambios de capacidad, la ubicación de las instalaciones y los tipos de instalaciones necesarias en el largo plazo. Debe coordinarse con otras áreas funcionales debido a las inversiones necesarias (finanzas), a los tamaños del mercado que determinan el monto de la capacidad necesaria (marketing), a los aspectos de la fuerza laboral relacionados con la integración de las nuevas instalaciones (recursos humanos), a la estimación de los costos de las nuevas instalaciones (contabilidad) y a las decisiones de tecnología vinculadas con las inversiones en equipos (ingeniería). La estrategia de instalaciones debe considerarse de una manera integrada con estas áreas funcionales y se verá afectada por los siguientes factores:



1. **Demanda pronosticada.** La formulación de una estrategia de instalaciones requiere de un pronóstico de demanda; las técnicas para elaborar estos pronósticos se consideraron en el capítulo anterior. Con frecuencia, el marketing participa en los pronósticos de la demanda futura.
2. **Costo de las instalaciones.** El costo se determina por la cantidad de capacidad que se añade en un momento, la fijación del tiempo y la ubicación de la capacidad. Contabilidad y finanzas participan en la estimación de los costos y flujos de efectivos futuros provenientes de las estrategias de instalaciones.
3. **Comportamiento probable de los competidores.** Cuando se espera una respuesta competitiva baja, la empresa debe añadir capacidad para capturar al mercado antes de que los competidores se fortalezcan; en contraste, cuando se espera una respuesta competitiva rápida, la compañía debe ser más cautelosa en la expansión de la capacidad.
4. **Estrategia de negocios.** Una estrategia de negocios ocasionará que una organización se interese más en los costos, en los servicios o en la flexibilidad en cuanto a la elección de instalaciones; por ejemplo: una estrategia para brindar el mejor servicio puede conducir a la adopción de instalaciones que posean capacidad excesiva o bien, de varias sucursales para proporcionar un servicio más rápido. Otras estrategias de negocios pueden llevar a una minimización de costos o a intentos para maximizar la flexibilidad futura.
5. **Consideraciones internacionales.** A medida que los mercados y las cadenas de suministro continúen volviéndose más internacionales, las instalaciones se localizarán en forma global; ello implica no sólo la captura de una mano de obra barata, sino, en algunas ocasiones, la localización de las instalaciones en aras de la mejor ventaja estratégica para tener acceso a nuevos mercados o para obtener el talento deseado en la fuerza de trabajo.

Cantidad de capacidad

Una parte de la estrategia de instalaciones es la cantidad de capacidad que se necesita, lo cual se determina tanto por la demanda pronosticada como por una decisión estratégica por parte de la empresa acerca de la cantidad de capacidad que deberá proporcionarse en relación con la demanda esperada. Lo anterior puede describirse mejor con la noción de un **colchón de capacidad**, el cual se define a continuación:

$$\text{Colchón de capacidad} = 100\% - \text{Utilización}$$

El colchón de capacidad es la diferencia entre la producción que una organización podría lograr y la producción real que elabora para satisfacer la demanda. Ya que la utilización de la capacidad refleja la producción requerida para satisfacer la demanda, un

Estrategia de instalaciones. La fábrica de Ron Bacardi abastece a la totalidad del mercado estadounidense a partir de una sola y moderna destilería automatizada ubicada en Puerto Rico.



colchón positivo significa que existe más capacidad disponible que la que se requiere para cubrir la demanda. Un colchón de cero implica que la demanda promedio es igual a la capacidad disponible.

La decisión que se relaciona con una cantidad prevista de colchón es de carácter estratégico. El colchón de la capacidad deberá plantearse dentro de las decisiones de capacidad, pues dicho colchón afectará los niveles de servicio al igual que la capaci-

dad de la empresa para responder ante situaciones inesperadas.

Pueden adoptarse tres estrategias respecto de la cantidad de colchón de la capacidad:

1. **Colchón grande.** En esta estrategia se planea un colchón positivo de capacidad grande, superior éste a la demanda promedio. Intencionalmente, la compañía tiene más capacidad que el pronóstico de la demanda promedio. Este tipo de estrategia es apropiado cuando existe un mercado en expansión o cuando el costo de construir y de operar la capacidad es económico en relación con el de quedarse sin capacidad. Las corporaciones de servicios eléctricos adoptan este enfoque, ya que los apagones de luz, por lo general, no son aceptables. Las empresas que se encuentran en mercados crecientes pueden adoptar un colchón de capacidad positivo que les permita capturar una participación de mercado antes que sus competidores; también, un colchón grande puede ayudar a una organización a satisfacer una demanda impredecible de los clientes, por ejemplo: para promover nuevas tecnologías que se vuelven populares con gran rapidez. De ordinario, las compañías que usan un proceso de fabricación a la orden tienen un colchón grande de capacidad.
2. **Colchón moderado.** En esta estrategia, la empresa es más conservadora respecto a la capacidad. Ésta se planea para satisfacer con comodidad la demanda promedio pronosticada y con un exceso de capacidad suficiente para cubrir los cambios inesperados en la demanda siempre que éstos no sean muy distintos del pronóstico. Esta estrategia se aplica cuando el costo (o las consecuencias) de quedarse sin capacidad están aproximadamente en equilibrio con el costo de un exceso de capacidad.
3. **Colchón pequeño.** En esta estrategia se planea un colchón de capacidad pequeño o cercano a cero para maximizar la utilización. Esta estrategia es apropiada cuando la capacidad es muy costosa en relación con los faltantes de inventario, como en el caso de las refinerías de petróleo, de las fábricas de papel y otras industrias que hacen un uso intensivo del capital. Tales instalaciones operan rentablemente sólo a tasas de uso muy altas entre 90 y 100%. Aunque esta estrategia tiende a maximizar las utilidades a corto plazo, puede ser una desventaja si los competidores adoptan colchones de capacidad más grandes. Los competidores podrán satisfacer cualquier demanda excesiva para la capacidad de la empresa. Los procesos de fabricación para almacenamiento, probablemente, hagan planes para emplear un colchón pequeño de capacidad mediante el uso de esta estrategia.

Cuando se planea el colchón de capacidad, las compañías evalúan la probabilidad de diversos niveles de demanda y, luego, utilizan esas estimaciones para tomar decisiones acerca de los incrementos o decrementos planeados en la capacidad; por ejemplo: suponga que una organización posee capacidad para producir 1 200 unidades, con 50% de probabilidades para 1 000 unidades de demanda, y con 50% de probabilidades para 800 unidades de demanda. De este modo, se estima que la demanda promedio es de $(.5 \times 1\,000) + (.5 \times 800) = 900$ unidades. La producción de 900 unidades da como resultado una tasa de utilización de $(900/1\,200) \times 100\% = 75\%$. Con base en la capacidad actual, el colchón es de $(100\% - 75\%) = 25\%$.

La sección de problemas resueltos que se presenta al final del capítulo proporciona un ejemplo de cómo calcular el colchón de capacidad por medio del uso de probabilidades de demanda, de los niveles actuales de capacidad y de los costos de incorporar una mayor capacidad. Tal método aporta una base cuantitativa para estimar la cantidad del colchón de capacidad que puede requerirse.

Tamaño de las instalaciones

Tras decidir la cantidad de capacidad que deberá otorgarse, la estrategia de instalaciones debe definir el tamaño que tendrá cada unidad de capacidad. Éste es un aspecto que involucra **economías de escala**, con base en la noción de que, a menudo, las instalaciones grandes son más económicas porque los costos fijos pueden distribuirse sobre una mayor cantidad de unidades de producción.

Las economías de escala se presentan por dos razones. Primero: el costo de construir y operar un equipo de producción grande no aumenta en forma lineal con el volumen. Por lo regular, una máquina con una tasa de producción del doble es más barata que lo que costaría el doble de compras y operación; además, en las instalaciones más grandes, los gastos indirectos relacionados con los administradores y el personal asesor pueden repartirse entre más unidades de producción. En consecuencia, cuando existen economías de escala, el costo de producción unitario disminuye a medida que el tamaño de las instalaciones se incrementa, como se muestra en la figura 12.2.

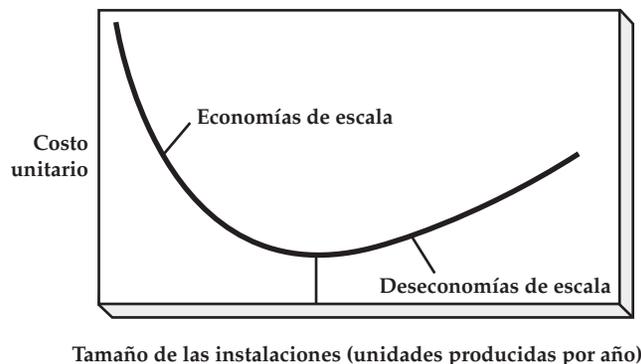
No obstante, lo anterior tiene sus pros y sus contras, ya que, junto con las economías de escala, vienen las **deseconomías de escala**. Conforme una instalación se vuelve cada vez más grande, pueden aparecer las deseconomías debido a diversas causas. Primero, las deseconomías de la logística están presentes; en una empresa manufacturera, por ejemplo, una instalación grande incurre en más costos de transporte para entregar bienes a los mercados que dos instalaciones más pequeñas que están más cerca de éstos. En una compañía de servicios, una instalación más grande puede requerir más movimiento de clientes o materiales: el desplazamiento de pacientes dentro de un hospital gigantesco o el desplazamiento del correo en un centro regional de clasificación. Asimismo, las deseconomías de escala surgen como consecuencia de que, en las grandes instalaciones, aumentan los costos de coordinación. A medida que se añaden más jerarquías de personal y administradores para el manejo de las instalaciones, los costos pueden incrementarse más rápido que la producción; además, los costos asociados con la complejidad y la confusión aumentan conforme se añaden más productos o servicios a una sola instalación. Por estos motivos, la curva de la figura 12.2 crece en el lado derecho debido a deseconomías de escala.

Como la figura 12.2 lo indica, existe un costo unitario mínimo para un cierto tamaño de instalaciones el cual dependerá de qué tan grandes sean los costos fijos y de la rapidez con la que ocurran las deseconomías de escala; como ejemplo, Hewlett-Packard tiende a operar plantas de menos de 300 trabajadores, con costos fijos relativamente bajos. Este tamaño de la planta ayuda a la empresa a fomentar la innovación en sus numerosas líneas pequeñas de productos. En contraste, IBM opera plantas de entre 5 000 y 10 000 trabajadores las cuales tienden a ser muy automatizadas y usan un enfoque descentralizado de la administración

para minimizar las deseconomías de escala. Cada organización parece tener un tamaño óptimo en sus instalaciones dependiendo de su estructura de costos, de su mezcla de productos y servicios y de la estrategia específica de operaciones la cual puede destacar el costo, la flexibilidad en las entregas o el servicio; después de todo, el costo no es el único factor que afecta el tamaño de las instalaciones.

FIGURA 12.2

Tamaño óptimo de las instalaciones.



Oportunidad de las decisiones de instalaciones

Otro elemento de la estrategia de instalaciones es la oportunidad de aumentar la capacidad; para ello, existen, básicamente, dos estrategias opuestas.

1. **Predominio de la competencia.** En esta estrategia, la empresa afianza sus operaciones incorporando capacidad en forma anticipada a las necesidades del mercado. Esta estrategia brinda un colchón positivo a la capacidad y, en realidad, puede estimular al mercado y, al mismo tiempo, prevenir que la competencia ingrese durante un tiempo. Apple Computer utilizó tal estrategia en los primeros días del mercado de computadoras personales; incorporó capacidad en forma anticipada a la demanda y logró capturar un gran segmento del mercado antes de que los competidores incursionaran. McDonald's también optó por esta estrategia en los primeros días de la industria de comida rápida.
2. **Esperar y ver.** En esta estrategia, la compañía espera para añadir capacidad hasta que se desarrolle la demanda y se aclare la necesidad de más capacidad; como resultado, la organización va por detrás de la demanda del mercado y emplea una estrategia con un riesgo menor. Puede desarrollar un colchón de capacidad pequeño o negativo y el efecto puede ser una pérdida de la participación potencial de mercado; sin embargo, dicha estrategia puede ser eficaz porque los canales superiores de marketing o la tecnología misma pueden permitir que el seguidor capture una participación de mercado. Por ejemplo, IBM siguió al líder (Apple) en el mercado de computadoras personales y pudo apoderarse de una participación de mercado debido a la superioridad de su imagen de marca, a su tamaño y a su presencia de mercado; en contraste, para su infortunio, las compañías automovilísticas estadounidenses practicaron la estrategia de esperar y ver para los automóviles pequeños con la intención de observar cómo se desarrollaría la demanda de automóviles de los productores japoneses, éstos tomaron una posición dominante en el mercado de autos compactos de Estados Unidos.

Ubicación de las instalaciones

Las decisiones de ubicación de las instalaciones se han vuelto más complejas a medida que la globalización amplía las opciones para la ubicación de la capacidad y el desarrollo de nuevos mercados; por ejemplo: Starbucks puede optar por construir instalaciones en zonas que tengan consumidores de café más asiduos, compitiendo por la clientela de esa región. De manera alternativa, puede inclinarse por situar las instalaciones en lugares en donde las personas casi no consumen café y tratar de crear una demanda para su producto y su servicio. Caribou Coffee, el competidor estadounidense de Starbucks, hace un gran esfuerzo por hallar ubicaciones de instalaciones en el lado derecho de la carretera del tráfico matutino, pues es más probable que los clientes se detengan cuando pueden estacionarse del lado derecho a que estén dispuestos a dar vueltas complicadas a la izquierda en medio de un tráfico intenso.

Las decisiones de ubicación se toman evaluando los factores tanto cuantitativos como cualitativos. Los factores cuantitativos que afectan las decisiones de ubicación pueden incluir el rendimiento sobre la inversión, el valor presente neto, los costos de transporte, los impuestos y los tiempos de espera para la entrega de bienes y servicios. Los factores cualitativos pueden englobar el lenguaje y las normas, las actitudes entre los trabajadores y los clientes, y la proximidad con estos últimos, los proveedores y los competidores. En particular, los servicios de las oficinas del frente deben localizarse cerca de los clientes por la conveniencia de éstos y, por lo tanto, este factor debe derrotar a la mayoría de los demás al decidir dónde ubicar las nuevas instalaciones. Algunos ejemplos incluyen bancos, tiendas de abarrotes y restaurantes.

Con frecuencia, las empresas comparan las posibles ubicaciones ponderando la importancia de cada factor relevante para la decisión y, posteriormente, anotando el puntaje de cada probable ubicación sobre esos factores. Después, al multiplicar el peso del factor por el puntaje de la ubicación, se obtiene el cálculo de un puntaje promedio ponderado para cada sitio, el cual aporta indicios informativos en relación con la capacidad de cada lugar potencial para satisfacer las necesidades de la compañía y puede emplearse para tomar la decisión final de establecimiento de las instalaciones.

Tipo de instalaciones

El elemento final de la estrategia de instalaciones considera el aspecto de lo que la organización planea conseguir en cada instalación. Existen cuatro diferentes tipos de instalaciones:

1. Concentrada en el producto (55%)
2. Concentrada en el mercado (30%)
3. Concentrada en el proceso (10%)
4. Con propósitos generales (5%)

Las cifras entre paréntesis señalan los porcentajes aproximados de compañías del Fortune 500 que utilizan cada tipo de instalación.

Las **instalaciones concentradas en el producto** fabrican una familia o tipo de producto o servicio casi siempre para un gran mercado. Un ejemplo es la planta Andersen Window, la cual produce distintos tipos de ventanas para Estados Unidos a partir de una sola planta concentrada en el producto. Por lo regular, se recurre a este tipo de plantas cuando los costos de transporte son bajos o las economías de escala son altas, lo que tiende a centralizar las instalaciones en una localidad o en un número pequeño de éstas. Otros ejemplos de instalaciones concentradas en el producto son las operaciones de procesamiento de tarjetas de crédito de bancos grandes y las compañías arrendadoras de automóviles que procesan el alquiler de coches para toda la Unión Americana desde un solo sitio.

Las **instalaciones concentradas en el mercado** se localizan precisamente en los mercados que atienden. Muchas instalaciones de servicios caen dentro de esta categoría ya que, por lo común, los servicios no pueden transportarse. Las plantas que requieren de una respuesta rápida a los clientes o de productos personalizados o que poseen altos costos de transporte tienden a concentrarse en el mercado; por ejemplo, debido a su voluminosa naturaleza y a los altos costos de embarque, la mayoría de las plantas productoras de colchones se localizan en mercados regionales. Las instalaciones internacionales también tienden a concentrarse en el mercado debido a los aranceles, las barreras comerciales y las probables fluctuaciones cambiarias.

Las **instalaciones concentradas en el proceso** cuentan con una tecnología o como máximo dos. Por lo general, tales instalaciones producen componentes o subensambles que se ofrecen a otras para un procesamiento adicional. Ello es común en la industria de automóviles, en la cual las plantas de motores y las de transmisiones alimentan a las plantas de los ensambles finales. Las plantas que se centran en el proceso, como las refinerías de petróleo, pueden elaborar una amplia variedad de productos dentro de una tecnología de proceso determinada.

Las **instalaciones de propósitos generales** pueden elaborar varios tipos de productos y servicios empleando procesos diferentes; las instalaciones con propósitos generales se usan para manufacturar, por ejemplo, muebles y para proporcionarle al consumidor servicios de banca y de inversión. A menudo, las instalaciones con propósitos generales brindan una gran cantidad de flexibilidad en términos de la mezcla de productos o servicios que se



producen ahí. En ocasiones, las utilizan las empresas que no tienen un volumen suficiente para justificar más de una sola instalación. Con frecuencia, las corporaciones más grandes concentran sus instalaciones de acuerdo con el producto, el mercado o el proceso, aplicando la orientación de fábrica enfocada descrita en el capítulo 4.

Se ha expuesto cómo puede desarrollarse la estrategia de instalaciones al considerar diversos aspectos como capacidad, tama-

ño de las instalaciones, oportunidad, ubicación y tipos de instalaciones; a continuación, se estudiarán las decisiones a mediano plazo respecto de la manera en la que se usa la capacidad una vez establecida.

12.3 DEFINICIÓN DE LA PLANEACIÓN DE LAS VENTAS Y DE LAS OPERACIONES

La **planeación de las ventas y de las operaciones** (S&OP, *sales and operations planning*) es un término que muchas empresas utilizan para describir el proceso de la **planeación agregada** la cual es una actividad que consiste en acoplar la oferta de la producción con la demanda a un mediano plazo. El marco de tiempo se sitúa entre seis meses y dos años hacia el futuro, o en promedio, aproximadamente un año. El término *agregado* implica que la planeación se hace para una sola medida general de producción o, a lo máximo, para un reducido número de categorías agregadas de productos. La meta de la planeación de las ventas y de las operaciones es establecer los niveles generales de producción en un futuro a mediano plazo a la luz de una demanda fluctuante o incierta.

Se empleará una amplia definición de la planeación de las ventas y de las operaciones la cual posee las siguientes características:

1. Un horizonte de tiempo de aproximadamente 12 meses, con una actualización del plan en una base periódica, tal vez en forma mensual.
2. Un nivel agregado de demanda para una categoría o un número pequeño de categorías de productos. Se supone que la demanda es fluctuante, incierta o estacional.
3. La posibilidad de cambiar las variables tanto de oferta como de demanda.
4. Una variedad de objetivos de la administración que podrían incluir inventarios bajos, buenas relaciones laborales, costos bajos, flexibilidad para incrementar los niveles futuros de producción y buen servicio a los clientes.
5. Instalaciones que se consideran fijas y que no pueden ampliarse o reducirse.

Como resultado de la planeación de las ventas y de las operaciones, se toman decisiones y se formulan políticas relacionadas con la fuerza laboral como contrataciones, despidos, tiempo extra y subcontrataciones. Asimismo, se toman decisiones asociadas con la producción final y los niveles de inventarios. La planeación de las ventas y de las operaciones se utiliza no sólo para planear los niveles finales de producción, sino para determinar la mezcla apropiada de insumos que deberá usarse. Puesto que se supone que las instalaciones son fijas y que no pueden ampliarse o contraerse, la administración debe considerar cómo emplear las instalaciones y los recursos para ajustarse mejor a la demanda.

La planeación de las ventas y de las operaciones puede involucrar distintos planes para influir en la demanda y la oferta. En la planeación a mediano plazo, pueden tomarse en cuenta factores como la fijación de precios, la publicidad y la mezcla de productos. Más adelante, en este capítulo, se expondrán estas tácticas.

Casi siempre, la planeación de las ventas y de las operaciones se hace por familia de productos, es decir, un conjunto de productos o servicios similares que, más o menos, comparten un proceso de producción, incluyendo el equipamiento y la fuerza laboral necesarios para elaborar la producción. De ordinario, en la planeación de las ventas y de las operaciones, sólo se emplea un número reducido de familias de productos para limitar la complejidad del proceso de la planeación. Las inconsistencias entre la oferta y la demanda se resuelven revisando el plan a medida que las condiciones se modifican.

La planeación de las ventas y de las operaciones acopla la oferta y la demanda mediante el uso de un equipo interfuncional en el que se incluyen las áreas de marketing, ventas, ingeniería, recursos humanos, operaciones y finanzas, que se reúne con el administrador general para ponerse de acuerdo sobre el pronóstico de ventas, el plan de suministro y cualesquiera pasos que se requieran para modificar la oferta o la demanda. Durante el proceso de planeación de las ventas y de las operaciones, se desconecta la demanda de la oferta.



Liderazgo operativo

La planeación de las ventas y de las operaciones en los productos de limpieza del hogar

Reckitt Benckiser, con 4 000 millones de libras esterlinas de ventas en 60 países, posee algunas de las marcas más famosas del mundo incluyendo Vanish, Lysol, Calgon y Airwick. En los vertiginosamente cambiantes mercados al menudeo se requieren rápidos ajustes en la producción y en las ventas. Ya que Reckitt cuenta con más de 500 productos en su



cartera, se necesitaba una planeación de las ventas y de las operaciones para coordinar su cadena de suministro.

El sistema de planeación de las ventas y de las operaciones tiene éxito y le permite a Reckitt Benckiser capturar 70% de las ventas de tiendas de abarrotes a partir de productos que se clasifican en primero o segundo lugar dentro de sus categorías. Su equipo de planeación de las ventas y de las operaciones incluye administradores de marketing, ventas, producción, distribución e investigación y desarrollo. Antes de la planeación de las ventas y de las operaciones, Reckitt Benckiser utilizaba con frecuencia distintas cifras de pronósticos en diferentes partes de la organización; en la actualidad, es capaz de manejar sus marcas con un conjunto de números, afirma Ariston Banaag. El equipo se reúne con regularidad para revisar los pronósticos y actualizar los planes y emplea programas de cómputo provenientes de Demand Solutions para darle un seguimiento a las ventas, los pronósticos y los planes para todas sus marcas y productos.

Fuente: Adaptado de www.demandsolutions.com, 2009.

Para cada familia de productos, el equipo interfuncional debe decidir si deberá producir inventarios, administrar el plazo de espera de los clientes (pedidos pendientes de cumplir), proporcionar capacidad adicional (interna o externa) o restringir la demanda; sin embargo, una vez que los planes para administrar la demanda y la oferta están en equilibrio, el plan actual puede no concordar con los planes financieros anteriores o con los planes o presupuestos de recursos humanos, los cuales también pueden necesitar cambios.

El plan de ventas y operaciones resultante se actualiza aproximadamente cada mes, con un horizonte de planeación de 12 meses o más. En el mejor de los casos, la planeación de las ventas y de las operaciones reduce la falta de alineación entre las funciones al requerir que todas las partes implanten un plan común. Puede exigirse un fuerte liderazgo por parte del administrador general para resolver cualesquiera conflictos que se presenten. Consulte el cuadro "Liderazgo operativo" para comprender la manera en la que Reckitt Benckiser aplica la planeación de las ventas y de las operaciones en sus productos de limpieza para el hogar.

Syngenta es un líder mundial en productos vinculados con la agroindustria, con 19 000 empleados en 90 países. El altamente estacional mercado agroindustrial es difícil de pronosticar y experimenta fuertes cambios en la demanda. Syngenta recurre a la planeación de las ventas y de las operaciones para fomentar la colaboración entre las funciones y con sus socios de la cadena de suministro. En los diferentes países, los administradores emplean el proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones y los programas de cómputo de apoyo para obtener un mejor acuerdo con los pronósticos, las promociones de ventas, los niveles de inventarios, los planes de ventas y los planes de producción agregada. Una colaboración en tiempo real a través de la web le permite a cada unidad de negocio participar en el proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones para lograr las metas establecidas.¹

¹ Herrin (2004).

Debido a que la planeación de las ventas y de las operaciones es una forma de planeación agregada, precede a una detallada programación, la cual se aborda en el siguiente capítulo. La programación sirve para asignar la capacidad disponible de la planeación agregada a trabajos, actividades u órdenes específicos.

12.4 NATURALEZA INTERFUNCIONAL DE LA PLANEACIÓN DE LAS VENTAS Y DE LAS OPERACIONES



Es responsabilidad fundamental de la función de operaciones una planeación agregada encaminada a definir la manera en la que se usará la capacidad a mediano plazo; sin embargo, requiere de una coordinación y una cooperación interfuncional con todas las funciones de la empresa, incluyendo contabilidad, finanzas, recursos humanos y marketing.

La planeación de las ventas y de las operaciones o planeación agregada se vincula estrechamente con otras decisiones del negocio incluyendo, por ejemplo, presupuestos, personal y marketing. La relación con el área de presupuestos es, en particular, intensa, pues la mayoría de éstos se basan en suposiciones acerca de una producción agregada, de niveles de personal, de niveles de inventarios y de niveles de compras, entre otros; por lo tanto, un plan agregado debe ser la base para el desarrollo inicial del presupuesto y para las revisiones presupuestales a medida que lo justifiquen las condiciones.

El área de personal, o de planeación de recursos humanos, también se ve muy afectada por la planeación de las ventas y de las operaciones porque tal planeación para una producción futura puede dar como consecuencia decisiones de contratación, de despidos y de tiempo extra. En las industrias de servicios, las cuales no pueden usar el inventario como un colchón contra una demanda cambiante, la planeación agregada es, algunas veces, sinónimo de la preparación de presupuestos y la planeación de personal, en especial en los servicios que hacen un uso intenso de la mano de obra y que se basan sobre todo en la fuerza laboral para el suministro de servicios.



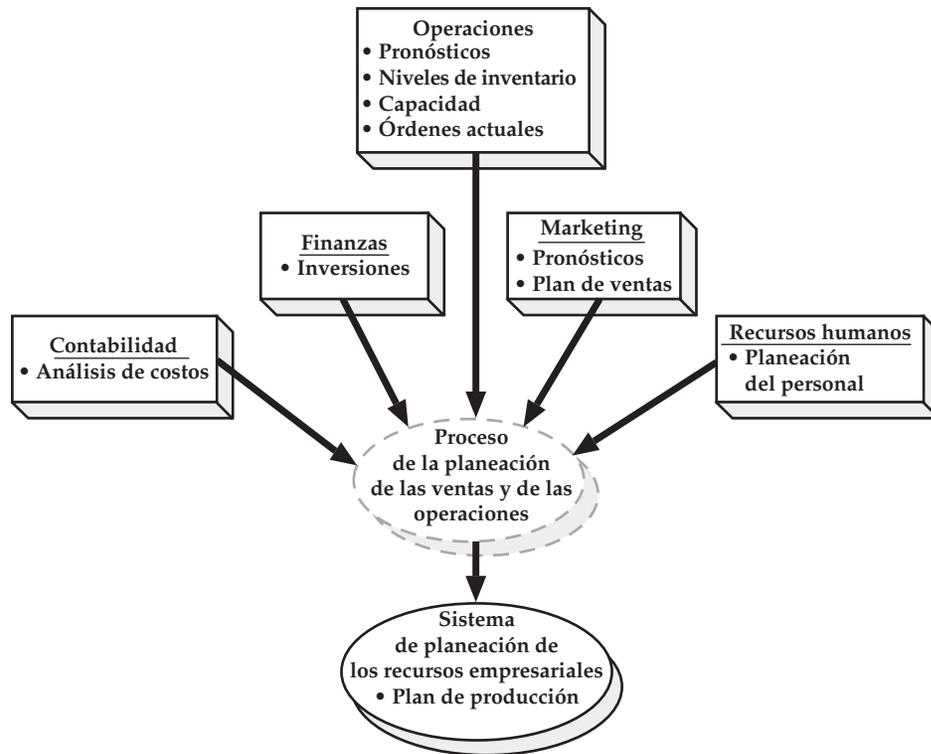
El marketing siempre debe estar estrechamente involucrado en la planeación de las ventas y de las operaciones ya que la oferta futura de la producción, y por lo tanto el servicio al cliente, ahí se determinan. Además, se requiere la cooperación entre el marketing y las operaciones cuando se manejan las variables tanto de oferta como de demanda para establecer el mejor enfoque de negocios para una planeación agregada. La siguiente sección contiene una explicación detallada de las opciones disponibles para modificar la demanda y la oferta para la planeación agregada. Esto va seguido del desarrollo de estrategias específicas que puedan emplearse para prever la producción agregada tanto en las industrias de manufactura como de servicios.

La planeación de las ventas y de las operaciones no es un sistema aislado; es un insumo clave para el sistema de planeación de los recursos empresariales (ERP, *enterprise resource planning*), el cual se analiza en el capítulo 16. El sistema de planeación de los recursos empresariales le da seguimiento a todas las transacciones detalladas, desde órdenes hasta embarques y pagos, pero requiere de un alto nivel de planeación agregada para las ventas futuras y las operaciones como un insumo. Cuando se recurre a la planeación de las ventas y de las operaciones, pueden probarse varios escenarios y supuestos a través de una simulación para llegar a un plan agregado que todas las funciones deberán implantar; entonces, el sistema de planeación de los recursos empresariales acepta como insumo el plan de la planeación de las ventas y de las operaciones y proyecta las transacciones detalladas (órdenes de trabajo, órdenes de compra, inventarios y pagos) que se requieren para dar apoyo al plan convenido. Ello se cubre con mayor precisión en el capítulo 16. La figura 12.3 ilustra estos insumos y productos provenientes de un proceso de planeación de las ventas y de las operaciones.

En algunas empresas, el proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones se encuentra fragmentado o ausente; la alta administración no apoya ni participa activamente en el proceso. La rendición de cuentas por la planeación de las ventas y de las operaciones

FIGURA 12.3

Relación de la planeación de las ventas y de las operaciones con otras funciones.



es inadecuada o está en conflicto entre las funciones. El sistema de información de la compañía puede no apoyar a la planeación de las ventas y de las operaciones y, por lo tanto, la organización no puede realizar análisis importantes del tipo *¿qué pasaría si...?* Asimismo, los planes de la planeación de las ventas y de las operaciones pueden no ejecutarse por todas las funciones organizacionales como se convino; por lo tanto, para tener éxito, el sistema de planeación de las ventas y de las operaciones puede demandar cambios en la corporación, en las funciones de información y en la rendición de cuentas, y en los sistemas de información.

12.5 OPCIONES DE PLANEACIÓN



Las operaciones y el marketing deben trabajar en conjunto al hacer planes para acoplar la oferta y la demanda a lo largo de un margen de tiempo de mediano plazo, ello lo llevan a cabo durante la planeación agregada al coordinar sus decisiones para desarrollar una demanda suficiente para los productos y servicios sin ir más allá de la capacidad disponible en las instalaciones.

El proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones puede aclararse a través de la exposición de las diversas opciones de decisión disponibles. Éstas incluyen dos categorías de decisiones: 1) aquellas que modifican la demanda y 2) las que modifican la oferta.

La **administración de la demanda** implica el hecho de modificar o de influir en la demanda en diversas formas:

1. **Fijación de precios.** Con frecuencia se usa una fijación de precios diferencial para reducir los picos en la demanda o para aumentar la demanda durante periodos de poco movimiento. Algunos ejemplos son los precios de las salas de cine matutinas, las tarifas de los hoteles durante periodos fuera de temporada, los descuentos de fábrica por compras antes o después de las temporadas y los precios especiales de los restaurantes durante horas de poca actividad. El propósito de tales esquemas de fijación de precios

estriba en nivelar la demanda a lo largo de un día, de una semana, de un mes o de un año.

2. **Publicidad y promoción.** Estos métodos se utilizan para estimular o, en algunos casos, para uniformar la demanda. Puede programarse la publicidad para promover la demanda durante periodos flojos y para cambiar la demanda de periodos de alto movimiento a periodos de bajo movimiento; por ejemplo: la estaciones de esquí hacen publicidad para hacer más largas sus estaciones de temporada y los criadores de pavos hacen su publicidad para estimular la demanda fuera de las temporadas de alta actividad de días festivos.
3. **Reservaciones o pedidos pendientes de cumplir.** En algunos casos, la demanda se ve influida al solicitar a los clientes que esperen para recibir sus órdenes (pedidos pendientes de cumplir) o al reservar cierta capacidad en forma anticipada (reservaciones). Por lo general, ello tiene el efecto de cambiar la demanda de periodos de alta actividad a periodos con una capacidad poco activa; sin embargo, el tiempo de espera puede traer como consecuencia una pérdida del negocio, que puede tolerarse si la meta es maximizar las utilidades, aunque la mayoría de las operaciones son extremadamente renuentes a alejar a los clientes.
4. **Desarrollo de ofertas complementarias.** Las empresas que poseen una demanda altamente estacional pueden tratar de desarrollar productos que tengan tendencias estacionales contracíclicas; por ejemplo: Toro produce tanto segadoras de césped como máquinas removedoras de nieve, los cuales son productos estacionalmente complementarios que pueden compartir las instalaciones de producción. En los restaurantes de comida rápida, en muchos casos, se añadió un desayuno para emplear una capacidad anteriormente ociosa.

Las industrias de servicios, aplicando todos los mecanismos descritos anteriormente, fueron mucho más leños que la mayoría de sus contrapartes de manufactura al influir sobre la demanda. Debido a que son incapaces de inventariar su producción —sus servicios—, utilizan estos mecanismos para mejorar el uso de la capacidad de las instalaciones fijas.

La **administración del suministro** incluye una variedad de factores que pueden emplearse para modificar la oferta a través de una planeación agregada. Tales factores incluyen lo siguiente:

1. **Contratación y despido de empleados.** Algunas organizaciones harán casi cualquier cosa antes de reducir el tamaño de la fuerza laboral por medio de despidos. Otras compañías aumentan y disminuyen de manera rutinaria la fuerza laboral a medida que la demanda cambia. Estas prácticas, las cuales difieren ampliamente entre empresas e industrias, afectan no sólo los costos, sino las relaciones laborales, la productividad y la moral de los trabajadores; en consecuencia, las prácticas de la empresa de contratación y despidos pueden restringirse por contratos sindicales o por políticas de las compañías. Estos efectos pueden convertirse en decisiones acerca de si se debe modificar el tamaño de la fuerza laboral para acoplarse a la demanda de un modo más estrecho.
2. **Uso de tiempo extra y de tiempo reducido.** En ocasiones se recurre al tiempo extra para hacer ajustes en la mano de obra a corto y a mediano plazos en lugar de hacer contrataciones y despidos, en especial si el cambio en la demanda se considera temporal. De ordinario, el tiempo extra cuesta 150% del tiempo regular y se aplica el doble de tiempo durante los fines de semana y los días festivos. Debido a su costo más elevado, algunas veces, los administradores se rehúsan a aplicarlo; además, los trabajadores pueden negarse a trabajar más de un 20% semanal como tiempo extra durante un periodo prolongado. El tiempo reducido alude a una subutilización planeada de la fuerza de trabajo en lugar de proceder a los despidos, tal vez usando una semana de trabajo acortada. El tiempo reducido, en la forma de permisos de ausencia, fue común en muchas industrias, incluyendo la de manufactura, la de educación y el gobierno durante los meses de recesión del periodo 2008-2009 en Estados Unidos.
3. **Uso de la mano de obra de tiempo parcial o en forma temporal.** En algunos casos, es posible contratar empleados de tiempo parcial o temporal para satisfacer los perio-

dos de gran demanda o de una demanda estacional. Esta opción es particularmente atractiva cuando a los trabajadores de tiempo parcial se les paga una cantidad significativamente más baja en sueldos y beneficios. Con frecuencia, los sindicatos ven mal esta práctica porque, a menudo, dichos trabajadores no pagan las cuotas sindicales y pueden debilitar la influencia del sindicato. La mano de obra temporal tiene más probabilidades de utilizarse para satisfacer una demanda estacional o una de corto o mediano plazo. La mano de obra de tiempo parcial y la mano de obra temporal se usan considerablemente en muchas operaciones de servicio, como restaurantes, hospitales, supermercados y tiendas de departamentos. La mano de obra temporal también es común en las industrias relacionadas con la agricultura.

4. **Mantenimiento de inventarios.** En las empresas de manufactura, el inventario puede usarse como un amortiguador entre la oferta y la demanda. Durante periodos de una demanda floja, pueden acumularse inventarios destinados a un uso posterior; por lo tanto, el inventario desconecta la oferta de la demanda en las operaciones de manufactura, haciendo posible operaciones más uniformes con un empleo más estable de la capacidad a lo largo de un periodo. El inventario es una forma de almacenar la capacidad y la mano de obra invertida en aras de un consumo futuro. Por lo regular, esta opción no está disponible en las operaciones de servicios; ello da como resultado mayores desafíos para las industrias de servicios al acoplar la oferta y la demanda.
5. **Subcontrataciones.** Éstas consisten en la adquisición externa de un trabajo —ya sea de actividades de manufactura o de servicios— a partir de otras empresas. Esta opción puede ser muy efectiva para aumentar o disminuir la oferta. El subcontratista puede suministrar la totalidad del producto o del servicio o sólo algunos de sus componentes; por ejemplo: un fabricante de juguetes puede utilizar varios subcontratistas para hacer ciertas partes de plástico durante periodos de alta demanda. Las operaciones de servicios pueden subcontratar asistencia secretarial, operaciones de centros de llamadas, servicios de aprovisionamiento o instalaciones durante periodos de alta demanda.
6. **Acuerdos cooperativos.** Éstos son similares a las subcontrataciones en que se emplean otras fuentes de abastecimiento, pero los acuerdos cooperativos casi siempre involucran firmas asociadas que, por lo común, son competidores. Las empresas optan por compartir su capacidad y, de este modo, previenen que cualquier organización construya una capacidad que sería usada sólo durante periodos breves. Algunos ejemplos incluyen a las compañías de servicios eléctricos que vinculan su capacidad a través de redes de compartimiento de energía, los hospitales que envían pacientes a otros hospitales ya sea para ciertos servicios especializados o durante periodos de gran demanda y los hoteles o las aerolíneas que intercambian clientes entre sí cuando se encuentran al tope de sus reservaciones.



Al considerar todas estas opciones, es evidente que la planeación de las ventas y de las operaciones y el problema de la planeación agregada son extremadamente amplios y afectan a la mayoría de las partes de la empresa. Por lo tanto, las decisiones que se toman son estratégicas e interfuncionales y reflejan todos los objetivos de la compañía. Si la planeación agregada se considera de una manera limitada, se producen decisiones inapropiadas y puede ocurrir una suboptimización. Algunas de las negociaciones múltiples que deben considerarse son el nivel de servicio al cliente (a través de órdenes atrasadas o una demanda perdida), los niveles de inventario, la estabilidad de la fuerza laboral y los costos. En ocasiones, los objetivos en conflicto y las ventajas y desventajas entre estos elementos se combinan en una sola función de costos. Más adelante, en este capítulo, se describe un método para la evaluación de los costos.

12.6 ESTRATEGIAS BÁSICAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA

Cuando la demanda cayó bruscamente, la planta manufacturera de partes de plástico Parker Hannifin, ubicada en Spartanburg, Carolina del Sur, mantuvo su fuerza laboral, pero

reducía las horas de trabajo siempre que ello era posible. En contraste, la firma de inversiones Goldman Sachs despidió 10% de su personal a finales de 2008 y otro 10% a principios de 2009. En esta sección exponemos las estrategias de planeación agregada que se emplean en cada una de estas situaciones y explicamos el modo en el que las empresas deciden cuál estrategia es mejor para ellas.

Pueden utilizarse dos estrategias básicas de planeación, así como algunas combinaciones de ellas, para satisfacer la demanda agregada a mediano plazo. Una estrategia estriba en mantener una fuerza de trabajo uniforme; la otra, en perseguir la demanda con la fuerza de trabajo.

Con una **estrategia perfectamente nivelada**, el tamaño de la fuerza de trabajo y la tasa de producción a tiempo regular son constantes. Cualesquiera variaciones en la demanda

deben absorberse mediante el uso de inventarios, tiempo extra, trabajadores temporales, subcontrataciones, acuerdos cooperativos o cualquiera de las opciones que influyen en la demanda y que ya se expusieron. En esencia, la estrategia nivelada mantiene la fuerza laboral regular en un número fijo y, por lo tanto, la tasa de producción es relativamente fija sobre el periodo de planeación agregada; sin embargo, una empresa que use una estrategia nivelada puede responder a las fluctuaciones en la



Con frecuencia, el empleo de una estrategia nivelada da como resultado el mantenimiento de un inventario durante periodos de baja demanda.

demanda por medio del uso de las opciones de planeación de demanda y de oferta que se expusieron en la sección anterior.

Con la estrategia de **persecución de la demanda**, el tamaño de la fuerza laboral se modifica con el fin de satisfacer, o para perseguir, la demanda. Con esta estrategia, no es necesario llevar inventarios o usar las opciones de planeación de oferta y demanda disponibles para una planeación agregada; la fuerza de trabajo absorbe todos los cambios en la demanda. A menudo, la estrategia de persecución acarrea como consecuencia una cantidad aceptable de contrataciones y despidos de trabajadores a medida que se persigue la demanda.

Estas dos estrategias están en los extremos: una no hace ningún cambio en la fuerza laboral y la otra la varía en función de las alteraciones en la demanda; en la práctica, muchas empresas utilizan una combinación de ambas estrategias. Consulte el cuadro "Liderazgo operativo" para comprender la manera en la que Travelers Insurance aplica con éxito una estrategia nivelada aun cuando la demanda de sus servicios puede oscilar en forma significativa.

Considere, por ejemplo, una compañía de corretaje que emplea ambas estrategias. El departamento de procesamiento de datos mantiene la capacidad necesaria para procesar 17 000 transacciones por día, lo cual es muy superior a la carga promedio de 12 000. Tal capacidad le permite al departamento mantener una fuerza laboral nivelada de programadores, analistas de sistemas y operadores de computadoras, incluso cuando la capacidad es superior a la demanda durante muchos días. Debido a la necesidad de una fuerza de trabajo capacitada, a la alta inversión de capital que se requiere y a las dificultades y los gastos para la contratación de reemplazos, el departamento de procesamiento de datos optó por seguir una estrategia nivelada.

En tanto, en el departamento de cajas, se aplica una estrategia de seguimiento. A medida que varía el nivel de las transacciones, se utilizan trabajadores de tiempo parcial, contrataciones y despidos. Este departamento hace un uso muy intenso de la mano de obra, con una alta rotación de trabajadores y la solicitud de niveles de capacitación bajos. El administrador del departamento comentó que la alta tasa de rotación es una ventaja, ya que facilita la reducción de la fuerza laboral en periodos de baja demanda.

Partiendo de este escenario, observamos que las características de las operaciones parecen influir en el tipo de estrategia que se siga. Esta observación puede generalizarse a

Liderazgo operativo La estrategia nivelada de Travelers satisface las variaciones en la demanda

Travelers ofrece una amplia gama de productos y servicios de seguros satisfaciendo a clientes en más de 90 países. vende seguros para propietarios de automóviles, arrendadores,

TRAVELERS  propietarios de casas y negocios. Travelers es un ejemplo de una empresa de servicios que usa una estrategia nivelada para administrar su fuerza de trabajo y su capacidad.

Antes de que el huracán Ike arrasara la costa de Texas en septiembre de 2008, los empleados de Travelers de Estados Unidos a cargo de reclamaciones se desplazaron hacia las áreas que iban a ser afectadas, de modo que estuvieran inmediatamente disponibles para atender a los clientes afectados. Incluso antes de que la tormenta ocasionara un derrumbe, varios equipos de profesionales en reclamaciones debidamente capacitados y equipados ya estaban listos. El Centro Nacional de Respuestas ante Catástrofes de la compañía tenía instalados planes que le permitían desplazarse con rapidez miles de empleados capacitados

interfuncionalmente provenientes de otras regiones para ayudar a los clientes en lugar de, como es la costumbre en la industria, depender de contratistas externos.

Travelers utiliza una estrategia nivelada y los trabajadores de muchas regiones colaboran durante los desastres a gran escala. Durante los periodos de poca actividad, cuando la organización parece estar excedida de personal, los trabajadores se destinan a capacitación y actividades de actualización. La estrategia ha parecido responder muy bien en términos del mantenimiento de altos niveles de servicio al consumidor durante los periodos de una demanda máxima. Travelers tuvo la capacidad de establecer contacto con la mayoría de los clientes afectados por el huracán Ike en las 48 horas siguientes a la presentación de una reclamación y, asimismo, tuvo la capacidad de inspeccionar, proporcionar el pago y cerrar la mayoría de las reclamaciones en un lapso de 30 días.

Fuente: Adaptado del reporte anual, www.travelers.com, 2009.

los factores que se presentan en la tabla 12.1. Aunque la estrategia de persecución o seguimiento puede ser más apropiada para una mano de obra poco capacitada y para trabajos de rutina, la estrategia de nivelación parece ser mejor en el caso de una mano de obra altamente capacitada y trabajos complejos.

Estas estrategias pueden compararse en términos de sus costos a efecto de proporcionar indicios informativos hacia la mejor opción, dependiendo de la situación en particular a la que una empresa se enfrente. En esta decisión, los factores relevantes se representan por su costo, lo que nos permite desarrollar modelos para comparar las dos estrategias, como se describe en la siguiente sección.

TABLA 12.1
Comparación de las estrategias de persecución y de nivelación

	Estrategia de persecución	Estrategia de nivelación
Nivel de capacitación requerido	Bajo	Alto
Discreción del puesto de trabajo	Bajo	Alto
Tasa de compensación	Bajo	Alto
Capacitación requerida por empleado	Bajo	Alto
Rotación de la mano de obra	Alto	Bajo
Costos de contrataciones y despidos por empleado	Bajo	Alto
Cantidad de supervisión requerida	Alto	Bajo
Tipo de presupuestos y pronósticos requeridos	A corto plazo	A largo plazo

12.7 COSTOS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA

La mayoría de los métodos de planeación agregada incluye un plan que minimiza los costos. Estos métodos suponen que la demanda está dada con base en un pronóstico, pero que varía a través del tiempo; por lo tanto, no se consideran las estrategias para modificar la demanda. Si tanto la demanda como la oferta se cambian de manera simultánea, puede ser más apropiado desarrollar un modelo para maximizar las utilidades en lugar de minimizar los costos, pues los cambios en la demanda afectan los ingresos junto con los costos.

Cuando la demanda se da, deben incluirse los siguientes costos:

1. **Costos de contrataciones y despidos.** Los costos de contrataciones son los del reclutamiento, de la selección y de la capacitación que se requieren para conferir a un nuevo empleado una destreza altamente productiva. Para algunos puestos de trabajo, dicho costo puede ser sólo de algunos cientos de dólares; en el caso de puestos de trabajo más altamente calificados, puede ser de miles de dólares. Los costos de los despidos incluyen los beneficios de los empleados, los pagos por indemnizaciones y otros costos asociados. Este costo también puede ir desde unos cuantos cientos hasta varios miles de dólares por trabajador. Cuando se contrata o se despide a todo un turno de empleados, debe contabilizarse el costo del turno.
2. **Costos del tiempo extra y de tiempo reducido.** Los costos del tiempo extra consisten en los sueldos regulares más una prima por tiempo extra, la cual es, por lo general, de una cantidad adicional de entre 50 y 100%. Los costos del tiempo reducido reflejan el uso de los empleados a un nivel inferior al de la productividad total.
3. **Costos de mantenimiento del inventario.** Éstos se asocian con el hecho de mantener bienes en un inventario, incluyendo al costo de capital, a los costos variables del almacenamiento, la obsolescencia y el deterioro. A menudo, tales costos se expresan como un porcentaje del valor en dólares del inventario, el cual va de 15 a 35% por año. Este costo puede concebirse como un cargo de intereses aplicado contra el valor en dólares del inventario que se mantiene en el almacén; por lo tanto, si el costo de mantenimiento es de 20% y cada unidad tiene un costo de producción de 10 dólares, costará 2 dólares mantener una unidad en el inventario durante un año.
4. **Costos de subcontrataciones.** El costo de una subcontratación es el precio que se paga a otra empresa por la producción de las unidades. Los costos de la subcontrataciones pueden ser mayores o menores que el de producir unidades internamente.
5. **Costos de la mano de obra de tiempo parcial.** Debido a las diferencias en los beneficios y en las tasas por hora, los costos de la mano de obra de tiempo parcial o temporal son, con frecuencia, inferiores al costo de la mano de obra regular. Aunque, por lo común, los trabajadores de tiempo parcial no reciben beneficios, puede especificarse un porcentaje máximo de mano de obra de tiempo parcial a través de consideraciones operacionales o con un contrato sindical; de lo contrario, podría haber una tendencia a usar siempre mano de obra de tiempo parcial o de tipo temporal. No obstante, la fuerza de la mano de obra regular es, casi siempre, esencial para la continuidad de las operaciones así como para emplear con efectividad a los trabajadores de tiempo parcial y en forma temporal.
6. **Costo de faltantes de inventarios o de pedidos atrasados.** El costo de asumir un pedido pendiente de cumplir o el costo de un faltante de inventario deben reflejar el efecto de una reducción en el servicio al cliente. Este costo es extremadamente difícil de estimar, pero debe capturar la pérdida de la buena voluntad del cliente, la pérdida de las utilidades resultantes de la orden y la posible pérdida de ventas futuras.

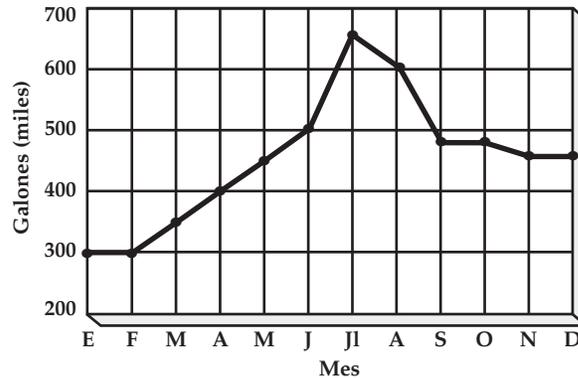
Algunos de estos costos o todos ellos pueden ser relevantes en cualquier problema de planeación agregada. Los costos aplicables pueden usarse para *valorar* las decisiones y estrategias opcionales. En el ejemplo que se presenta más abajo, se estiman los costos totales vinculados con tres opciones. Cuando se realiza este tipo de análisis en una hoja electrónica, puede considerarse un número muy elevado de estrategias adicionales.

12.8 EJEMPLO DE PLANEACIÓN AGREGADA

La Hefty Beer Company elabora un plan agregado para los 12 meses siguientes. Aunque en la planta Hefty se maduran varios tipos de cervezas y se embotellan distintos tamaños de contenedores, la administración decidió utilizar los galones de cerveza como la medida agregada de la capacidad.

FIGURA 12.4

Hefty Beer Company.
Pronóstico de demanda.



Se pronosticó que la demanda de cerveza a lo largo de los 12 meses siguientes seguirán el patrón que se muestra en la figura 12.4. Observe que la demanda alcanza un nivel máximo en los meses del verano y es pronunciadamente más baja en el invierno.

A la administración de la cervecería Hefty le gustaría evaluar tres planes agregados:

1. **Nivel de la fuerza laboral.** Emplear el inventario para satisfacer los picos de la demanda.
2. **Nivel de la fuerza laboral más tiempo extra.** Usar 20% de tiempo extra junto con el inventario en los meses de junio, julio y agosto para satisfacer los picos de la demanda.
3. **Estrategia de seguimiento.** Contratar y despedir trabajadores cada mes a medida que ello sea necesario para satisfacer la demanda.

Para analizar estas estrategias, la administración recopiló los siguientes datos de costos y de recursos:

- Suponga que la fuerza laboral inicial es de 40 trabajadores. Cada uno puede producir 10 000 galones de cerveza por mes en un tiempo regular. Con tiempo extra se calcula la misma tasa de producción, pero sólo puede recurrirse al tiempo extra tres meses durante el año.
- A cada trabajador se le pagan 2 000 dólares por mes con base en un tiempo regular. El tiempo extra se paga a razón de 150% del tiempo regular. Puede utilizarse un máximo de 20% de tiempo extra.
- La contratación de un empleado tiene un costo de 1 000 dólares, incluyendo la investigación, los trámites y los costos de capacitación. El despido tiene un costo de 2 000 dólares, incluyendo todos los costos por indemnización y por beneficios.
- Para propósitos de valuación del inventario, la cerveza tiene un costo de producción de 2 dólares por galón. Se ha estimado que el costo del mantenimiento del inventario es de 3% por mes (o seis centavos por galón de cerveza por mes).
- Asuma que el inventario inicial es de 50 000 galones. El inventario final deseado después de un año contado a partir de hoy también es de 50 000 galones. Debe satisfacerse toda la demanda pronosticada; no se permitirán faltantes de inventarios.

La siguiente tarea radica en evaluar cada una de estas tres estrategias en términos de los costos que se han proporcionado. En este proceso, el primer paso consiste en construir hojas electrónicas como las que se muestran en las tablas de la 12.2 a la 12.4, las cuales exhiben todos los costos relevantes: fuerza laboral regular, tiempo extra, contrataciones/despidos e inventarios. Observe que, en este caso, las subcontrataciones, la mano de obra de tiempo parcial y los pedidos pendientes de cumplir/faltantes de inventario no se aplican como variables.

Para evaluar la estrategia de nivelación, calculamos el tamaño de la fuerza laboral que se requiere para satisfacer la demanda y las metas del inventario. Ya que se supone que el inventario inicial y el final son iguales, la fuerza de trabajo debe ser lo suficientemente

TABLA 12.2
Costos de la planeación agregada: Estrategia 1, fuerza de trabajo nivelada*

Recursos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Trabajadores regulares	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Tiempo extra (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades producidas	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	5 400
Pronóstico de ventas	300	300	350	400	450	500	650	600	475	475	450	450	5 400
Inventario (fin de mes)	200	350	450	500	500	450	250	100	75	50	50	50	
Costos													
Tiempo regular	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$90.0	\$1 080.0
Tiempo extra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Contrataciones/despidos	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
Mantenimiento del inventario	12.0	21.0	27.0	30.0	30.0	27.0	15.0	6.0	4.5	3.0	3.0	3.0	181.5
Costo total	\$107.0	\$111.0	\$117.0	\$120.0	\$120.0	\$117.0	\$105.0	\$96.0	\$94.5	\$93.0	\$93.0	\$93.0	\$1 266.5

*Todos los costos se han expresado en miles de dólares. Todas las cifras de producción y de inventarios están en millares de galones. El inventario inicial es de 50 000 galones.

TABLA 12.3
Costos de la planeación agregada: Estrategia 2, fuerza de trabajo nivelada con tiempo extra*

Recursos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Trabajadores regulares	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
Tiempo extra (%)	0	0	0	0	0	20	20	20	0	0	0	0	
Unidades producidas	430	430	430	430	430	516	516	516	430	430	430	430	5 418
Pronóstico de ventas	300	300	350	400	450	500	650	600	475	475	450	450	5 400
Inventario (fin de mes)	180	310	390	420	400	416	282	198	153	108	88	68	
Costos													
Tiempo regular	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$86.0	\$1 032.0
Tiempo extra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8	25.8	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	77.4
Contrataciones/despidos	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
Mantenimiento del inventario	10.8	18.6	23.4	25.2	24.0	25.0	16.9	11.9	9.2	6.5	5.3	4.1	180.8
Costo total	\$99.8	\$104.6	\$109.4	\$111.2	\$110.0	\$136.8	\$128.7	\$123.7	\$95.2	\$92.5	\$91.3	\$90.1	\$1 293.2

* Todos los costos se han expresado en miles de dólares. Todas las cifras de producción y de inventarios están en millares de galones. El inventario inicial es de 50 000 galones.

TABLA 12.4
Costos de la planeación agregada: Estrategia 3, seguimiento de la demanda*

Recursos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Trabajadores regulares	30	30	35	40	45	50	65	60	48	47	45	45	
Tiempo extra (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades producidas	300	300	350	400	450	500	650	600	480	470	450	450	5 400
Pronóstico de ventas	300	300	350	400	450	500	650	600	475	475	450	450	5 400
Inventario (fin de mes)	50	50	50	50	50	50	50	50	55	50	50	50	
Costos													
Tiempo regular	\$60.0	\$60.0	\$70.0	\$80.0	\$90.0	\$100.0	\$130.0	\$120.0	\$96.0	\$94.0	\$90.0	\$90.0	\$1080.0
Tiempo extra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Contrataciones/despidos	20.0	0.0	5.0	5.0	5.0	5.0	15.0	10.0	24.0	2.0	4.0	0.0	95.0
Mantenimiento del inventario	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	36.3
Costo total	\$83.0	\$63.0	\$78.0	\$88.0	\$198.0	\$108.0	\$148.0	\$133.0	\$123.3	\$99.0	\$97.0	\$93.0	\$1 211.3

* Todos los costos se han expresado en miles de dólares. Todas las cifras de producción y de inventarios están en millares de galones. El inventario inicial es de 50 000 galones.

grande para satisfacer la demanda total durante el año. Si se suman las demandas mensuales de la figura 12.4, la demanda anual es de 5 400 000 galones. Como cada trabajador puede producir $10\,000(12) = 120\,000$ galones por año, se necesita una fuerza de trabajo nivelada de $5\,400\,000/120\,000 = 45$ trabajadores para satisfacer la demanda total. Esto implica que deben contratarse cinco trabajadores nuevos. En la tabla 12.2 se calculan los inventarios para cada mes y los costos resultantes.

Considere los cálculos para el mes de enero. Con los 45 trabajadores regulares que se muestran en la parte superior del cuadro, pueden producirse 450 000 galones de cerveza, ya que cada trabajador elabora 10 000 galones por mes. La producción excede al pronóstico en 150 000 ($450\,000 - 300\,000$) galones, lo cual se añade al inventario inicial de 50 000 galones para obtener un nivel de inventarios de 200 000 galones al final de enero.

Los costos de la tabla 12.2 se calculan a continuación: los costos por tiempo regular son de 90 000 dólares en enero (45 trabajadores \times 2 000 dólares cada uno). No hay costo por tiempo extra pero se contrataron cinco trabajadores, ya que el nivel inicial de la fuerza de trabajo era de 40. El costo por contratar a los cinco empleados es de 5 000 dólares. Finalmente, cuesta seis centavos llevar un galón de cerveza en el inventario durante un mes y Hefty mantiene 200 000 galones al final del mismo, lo cual cuesta 12 000 dólares.² Estos costos hacen un total de 107 000 dólares para enero. Los cálculos se continúan mes a mes y luego se suman para calcular el año obteniendo, así, un costo total de 1 266 500 dólares para la estrategia nivelada.

La segunda estrategia, la fuerza laboral nivelada más tiempo extra, es un poco más complicada. Si X es el tamaño de la fuerza de trabajo para la opción 2, debemos tener:

$$9(10\,000X) + 3[(1.2)(10\,000X)] = 5\,400\,000 \text{ galones}$$

En un periodo de nueve meses, Hefty producirá 10 000 galones por mes y, durante un periodo de tres meses, 120% de 10 000X, incluyendo tiempo extra. Cuando se despeja la ecuación anterior para obtener el valor de X , encontramos que $X = 43$ trabajadores. En la tabla 12.3 se calcularon los inventarios y los costos resultantes para esta opción.

La tercera estrategia, la de seguimiento o persecución, varía la fuerza laboral cada mes al contratar y al despedir trabajadores para satisfacer la demanda mensual en forma exacta. Si se emplea esta estrategia, se mantiene un nivel constante de 50 000 galones en el inventario como el nivel mínimo de inventarios, como se presenta en la tabla 12.4.

Los costos anuales de las tres estrategias se resumen en la tabla 12.5. Con base en los costos y supuestos que se aportaron, la estrategia de seguimiento es la que tiene el costo

TABLA 12.5
Resumen de costos

Estrategia 1: Nivelada	
Nómina de tiempo regular	\$1 080 000
Contrataciones/despidos	5 000
Mantenimiento del inventario	181 500
Total	\$1 266 500
Estrategia 2: Nivelada con tiempo extra	
Nómina de tiempo regular	\$1 032 000
Contrataciones/despidos	3 000
Tiempo extra	77 400
Mantenimiento del inventario	180 800
Total	\$1 293 200
Estrategia 3: Seguimiento	
Nómina de tiempo regular	\$1 080 000
Contrataciones/despidos	95 000
Mantenimiento del inventario	36 300
Total	\$1 211 300

² Por conveniencia, usamos el inventario de fin de mes para calcular los costos de mantenimiento del inventario en lugar del promedio mensual del inventario.

más bajo; sin embargo, el costo no es la única consideración. Por ejemplo: la estrategia de seguimiento requiere que se produzca a partir de una fuerza de trabajo mínima de 30 trabajadores hasta un nivel máximo de 65, haciendo uso del reajuste de personal para volver a reducir el número de trabajadores a 45. ¿Permitirá el clima laboral esta cantidad de contrataciones y de despidos cada año, o esto conducirá a la sindicalización y a costos de la mano de obra potencialmente más altos? Es posible que deba tomarse en cuenta una política de dos turnos o la utilización de trabajadores de tiempo parcial o temporales para cubrir los picos de la demanda a lo largo del año. Estas opciones, junto con otras, deben considerarse al tratar de evaluar y, posiblemente, mejorar la estrategia de seguimiento, como se hace en el suplemento de este capítulo.

Mediante el uso de tres estrategias, se demostró cómo comparar los costos en un caso muy sencillo de planeación agregada. Métodos avanzados han sido desarrollados para considerar muchas estrategias más y problemas más complejos de planeación agregada; estos métodos, los cuales pueden ser muy complicados, incluyen la programación lineal, la simulación y diversas reglas de decisión. Consulte el suplemento del capítulo donde se explican técnicas avanzadas.

12.9 ASPECTOS Y TÉRMINOS CLAVE

En este capítulo se expusieron los siguientes aspectos:

- Las decisiones de instalaciones consideran la cantidad de capacidad, el tamaño de las unidades, la oportunidad de los cambios en la capacidad, la ubicación de las instalaciones y los tipos de instalaciones que se necesitarán. En la jerarquía de las decisiones de capacidad, éstas son decisiones a largo plazo. Las decisiones sobre instalaciones son de gran importancia porque determinan la disponibilidad futura de la producción y requieren del capital de la organización, el cual es escaso.
- Debe implantarse una estrategia de instalaciones en lugar de una serie de decisiones crecientes sobre instalaciones. Una estrategia de instalaciones responde a las preguntas cuánto, qué tan grande, cuándo, dónde y qué tipo.
- La cantidad de capacidad planeada debe basarse en el riesgo deseado al satisfacer la demanda pronosticada. El colchón de capacidad es una decisión que las empresas deben evaluar, determinando si usarán un colchón grande para evitar los faltantes de capacidad o uno pequeño con la posibilidad de incurrir en déficits de capacidad.
- Cuando se programa una expansión de la capacidad, una compañía puede optar por tener predominancia sobre la competencia edificando la capacidad más rápido o por esperar y ver la cantidad de capacidad que se necesita.
- Al establecer el tamaño óptimo de las instalaciones, deben considerarse tanto las economías como las deseconomías de escala. La ubicación de las instalaciones se determina al examinar los factores relevantes en esta decisión y, a continuación, ponderar los factores contrastantes entre sí. El tiempo de instalación que se seleccione se concentrará en el producto, en el mercado, en el proceso o en necesidades de propósitos generales.
- Con frecuencia, las decisiones de instalaciones las toma el director ejecutivo y el consejo de administración. Ya que estas decisiones son de carácter estratégico, requieren el insumo de todas las áreas funcionales de la organización.
- La planeación de las ventas y de las operaciones, o planeación agregada, sirve como un vínculo entre las decisiones de instalaciones y la programación de la producción. Las decisiones de planeación de las ventas y de las operaciones establecen niveles de producción para un mediano plazo. En consecuencia, también se toman decisiones relacionadas con el tamaño de la fuerza laboral, las subcontrataciones, las contrataciones y los niveles de inventarios. Tales decisiones deben ajustarse dentro de la capacidad en las instalaciones y se restringen por los recursos disponibles.
- La planeación agregada se ocupa de acoplar la oferta y la demanda a lo largo de un plazo mediano. Hay muchas opciones para administrar la oferta y la demanda. Puesto



que los recursos humanos, el capital y la demanda se ven afectados, todas las funciones deben involucrarse en las decisiones de planeación agregada.

- Los factores de la oferta que pueden cambiarse con una planeación agregada son las contrataciones, los despidos, el tiempo extra, el tiempo reducido, el inventario, las subcontrataciones, la mano de obra de tiempo parcial y los acuerdos cooperativos. Los factores que influyen en la demanda son la fijación de precios, las promociones, los pedidos pendientes de cumplir o reservaciones y los productos complementarios.
- Existen dos estrategias básicas para ajustar la oferta: la de seguimiento y la de nivelación. Asimismo, las corporaciones pueden recurrir a una combinación de ambas. Puede hacerse una elección de una estrategia estimando el costo total de cada una de las estrategias disponibles.

Términos clave

Jerarquía de las decisiones de capacidad	Estrategia de esperar y ver	Administración de la demanda
Capacidad	Instalaciones concentradas en el producto	Pedidos pendientes de cumplir
Utilización	Instalaciones concentradas en el mercado	Ofertas complementarias
Capacidad efectiva	Instalaciones concentradas en el proceso	Administración del suministro
Decisiones de instalaciones	Instalaciones de propósitos generales	Subcontrataciones
Estrategia de instalaciones	Planeación de las ventas y de las operaciones	Acuerdos cooperativos
Colchón de capacidad	Planeación agregada	Estrategia perfectamente nivelada
Economías de escala		Persecución de la demanda
Deseconomías de escala		
Predominio de la competencia		

Usted decida

A la luz de las dificultades para la planeación de las capacidades *correctas*, ¿tendría más sentido elaborar o subcontratar toda la producción?

EJERCICIOS POR INTERNET



1. Sitio del curso:
<http://www.uoguelph.ca/~dsparlin/aggreat.htm>
Lea esta sinopsis de la planeación agregada del Curso en Canadá impartido por el profesor Dave Sparling.
2. Ejemplo de hoja electrónica proveniente de la Georgia Southern University
<http://et.nmsu.edu/~etti/winter97/computers/spreadsheet.html>
Estudie los detalles de este ejemplo para obtener una comprensión más profunda de la planeación agregada.
3. Planeación de las ventas y de las operaciones
<http://www.supplychain.com>
Lea acerca de la planeación de las ventas y de las operaciones en este sitio y asista a clase preparado para una discusión. Use la pestaña de recursos de la página principal.
4. Demand Solutions
<http://www.demandsolutions.com/sop.asp>
Lea acerca de la planeación de las ventas y de las operaciones y acuda a clase con la información que obtuvo de esta lectura.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema

1. **Planeación de la capacidad probable** La XYZ Chemical Company estimó la demanda anual para ciertos productos de la siguiente manera:

Miles de galones	100	110	120	130	140
Probabilidad	.10	.20	.30	.30	.10

- Si la capacidad es de 130 000 galones, ¿qué cantidad de colchón de capacidad se tiene?
- ¿Cuál es la probabilidad de que haya una capacidad ociosa?
- Si la capacidad es de 130 000 galones, ¿cuál es la utilización promedio de la planta?
- Si la pérdida de operaciones de negocios (por faltantes de inventarios) tiene un costo de 100 000 dólares por millar de galones y si cuesta 5 000 dólares incorporar 1 000 galones de capacidad, ¿cuánta capacidad debe aumentarse para minimizar los costos totales?

Solución

- Colchón de capacidad = 100% – utilización

$$= 130 - [(.1 \times 100) + (.2 \times 110) + (.3 \times 120) + (.3 \times 130) + (.1 \times 140)]$$

$$= 9\ 000 \text{ galones, o } 9/130 = 6.9\% \text{ de capacidad}$$
- Probabilidad de capacidad ociosa = probabilidad que la demanda < 130

$$= .1 + .2 + .3$$

$$= .6 \text{ (o } 60\%)$$
- Utilización promedio = $(.1 \times 100/130) + (.2 \times 110/130) + (.3 \times 120/130) + (.3 \times 130/130) + (.1 \times 140/130)$

$$= 93.1\%$$
- Para determinar la cantidad de capacidad que minimiza los costos totales, debemos determinar el costo de la capacidad y, posteriormente, añadir el costo de la sanción por no brindar la cantidad demandada. Esto se hace para cada cantidad de capacidad posible.

Para incorporar 100 000 galones de capacidad:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo de la capacidad} + \text{Costo de la sanción} \\ &= (100 \times \$5\ 000) + \{\$100\ 000 \times [(0 \times .1) + (10 \times .2) + (20 \times .3) \\ &\quad + (30 \times .3) + (40 \times .1)]\} \\ &= \$2\ 600\ 000 \end{aligned}$$

Para incorporar 110 000 galones de capacidad:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo de la capacidad} + \text{Costo de la sanción} \\ &= (110 \times \$5\ 000) + \{\$100\ 000 \times [(0 \times .1) + (0 \times .2) + (10 \times .3) \\ &\quad + (20 \times .3) + (30 \times .1)]\} \\ &= \$1\ 750\ 000 \end{aligned}$$

Para incorporar 120 000 galones de capacidad:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo de la capacidad} + \text{Costo de la sanción} \\ &= (120 \times \$5\ 000) + \{\$100\ 000 \times [(0 \times .1) + (0 \times .2) + (0 \times .3) \\ &\quad + (10 \times .3) + (20 \times .1)]\} \\ &= \$1\ 100\ 000 \end{aligned}$$

Para incorporar 130 000 galones de capacidad:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo de la capacidad} + \text{Costo de la sanción} \\ &= (130 \times \$5\ 000) + \{\$100\ 000 \times [(0 \times .1) + (0 \times .2) + (0 \times .3) \\ &\quad + (0 \times .3) + (10 \times .1)]\} \\ &= \$750\ 000 \end{aligned}$$

Para incorporar 140 000 galones de capacidad:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo de la capacidad} + \text{Costo de la sanción} \\ &= (140 \times \$5\,000) + \{ \$100\,000 \times [(0 \times .1) + (0 \times .2) + (0 \times .3) \\ &\quad + (0 \times .3) + (0 \times .1)] \} \\ &= \$700\,000 \end{aligned}$$

La alternativa que minimiza los costos totales consiste en incorporar 140 000 galones de capacidad, lo cual tiene un costo total estimado de \$700 000.

Problema

2. **Planeación agregada de los servicios** Ace Accounting Associates (AAA) proporciona servicios de presentación de declaraciones de impuestos para personas físicas. Los clientes pagan el servicio de acuerdo con el tipo de formato que deben presentar. Los clientes que deben presentar declaraciones complejas (es decir, la forma 1040) deben pagar 200 dólares. Los que deben presentar formatos más sencillos deben pagar 50 dólares. Cinco contadores permanentes trabajan a razón de una tasa de 600 dólares por semana. Durante la temporada de alto movimiento —las cinco semanas anteriores a la fecha límite para la presentación de las declaraciones— pueden contratarse contadores temporales a razón de 600 dólares por semana. Se paga una cuota única de 200 dólares a una agencia de empleos cada vez que la compañía contrata a un contador temporal. Todos los contadores (permanentes y temporales) tienen acceso a un sistema computarizado experto, el cual le cuesta a la empresa 175 dólares por contador por semana. En promedio, cualquier contador (permanente o temporal) puede procesar cuatro formatos complejos por semana o 20 formatos sencillos por semana. La demanda de formatos sencillos y complejos para la próxima temporada de presentación de declaraciones se muestra en la tabla siguiente. Toda la demanda debe quedar satisfecha al final de la quinta semana.

Semana	1	2	3	4	5
Demanda (formatos simples)	40	60	80	100	100
Demanda (formatos complejos)	10	17	21	30	20

- Determine la utilidad total que resultaría al tener una cantidad suficiente de contadores para satisfacer la demanda cada semana.
- Encuentre un arreglo más rentable en el que todos los formatos se completen al final de la quinta semana, pero no se requiera completar todas las presentaciones de declaraciones en la misma semana en la cual son demandadas.
- Si uno o más contadores permanentes trabajan hasta una cantidad adicional de 40 horas de tiempo extra por semana a razón de 1.5 veces la tasa de pago regular por las horas de tiempo extra trabajadas, ¿cómo cambiará ello su solución del inciso b)?
- ¿Existen algunas limitaciones o supuestos a su respuesta de los incisos a), b), y c) que pudieran afectar las decisiones vinculadas con las personas que deberían contratarse o despedirse y las fechas en las que deberían tomarse esas decisiones?

Solución

Los ingresos y los costos permanentes de los empleados son los mismos para todas las soluciones y, por lo tanto, se muestran aquí una vez:

Semana	1	2	3	4	5
Ingresos					
Declaraciones simples	2 000	3 000	4 000	5 000	5 000
Declaraciones complejas	<u>2 000</u>	<u>3 400</u>	<u>4 200</u>	<u>6 000</u>	<u>4 000</u>
Total ingresos	4 000	6 400	8 200	11 000	9 000
Costos de cinco empleados permanentes:					
Contadores	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Sistema de cómputo	<u>875</u>	<u>875</u>	<u>875</u>	<u>875</u>	<u>875</u>
Costos permanentes	3 875	3 875	3 875	3 875	3 875

- a) Primero, el número total de contadores necesarios se calcula a continuación:

Número de contadores:					
Formatos simples	2.00	3.00	4.00	5.00	5.00
Formatos complejos	<u>2.50</u>	<u>4.25</u>	<u>5.25</u>	<u>7.50</u>	<u>5.00</u>
	4.50	7.25	9.25	12.50	10.00
Total redondeado	5	8	10	13	10

Para determinar el número de contadores temporales, sustraiga cinco contadores permanentes del total redondeado.

Costos de los contadores temporales					
Número de contadores temporales	0	3	5	8	5
Cuota de contratación	0	600	400	600	0
Contadores (remuneración)	0	1 800	3 000	4 800	3 000
Sistema de cómputo	<u>0</u>	<u>525</u>	<u>875</u>	<u>1 400</u>	<u>875</u>
Costos temporales	0	2 925	4 275	6 800	3 875
Costos permanentes	<u>3 875</u>				
Costos totales	3 875	6 800	8 150	10 675	7 750
Ingresos totales	4 000	6 400	8 200	11 000	9 000
Utilidad (pérdida)	125	(400)	50	325	1250

Utilidad (pérdida) de cinco semanas = \$1 350

- b) En este caso, no necesitamos redondear el número de contadores para satisfacer la demanda de cada periodo.

Costos de los contadores temporales					
Número de contadores temporales	0	2	4	8	5
Cuotas de contratación	0	400	400	800	0
Contadores	0	1 200	2 400	4 800	3 000
Sistema de cómputo	<u>0</u>	<u>350</u>	<u>700</u>	<u>1 400</u>	<u>875</u>
Costos temporales	0	1 950	3 500	7 000	3 875
Costos permanentes	<u>3 875</u>				
Costos totales	3 875	5 825	7 375	10 875	7 750
Ingresos totales	4 000	6 400	8 200	11 000	9 000
Utilidad (pérdida)	125	575	825	125	1 250

Utilidad (pérdida) de cinco semanas = \$2 900

- c) Suponga que sólo se requieren los cinco contadores temporales en la semana 4 y que satisfacemos la demanda total en esta semana con el empleo de tiempo extra.

Costo de los contadores temporales					
Número de contadores temporales	0	2	4	5	5
Cuotas de contratación	0	400	400	200	0
Contadores temporales	0	1 200	2 400	3 000	3 000
Tiempo extra (contadores permanentes)	0	0	0	2 700	0
Sistema de cómputo	<u>0</u>	<u>350</u>	<u>700</u>	<u>875</u>	<u>875</u>
Costos temporales	0	1 950	3 500	6 775	3 875
Costos permanentes	<u>3 875</u>				
Costos totales	3 875	5 825	7 375	10 650	7 750
Ingresos totales	4 000	6 400	8 200	11 000	9 000
Utilidad (pérdida)	125	575	825	350	1 250

Utilidad (pérdida) de cinco semanas = \$3 125

- d) Rara vez la planeación agregada es tan sencilla como lo sugiere este problema de muestra; por ejemplo: en él, no se consideran los costos de la terminación laboral. Es muy dudoso que los clientes de esta empresa imaginaria llegaran a permitir que se pospusiera la presentación de sus declaraciones hasta que ello fuera conveniente para la organización; sobre todo si los clientes esperan una devolución de impuestos.

Problema

3. **Planeación agregada de la manufactura** Manufacturers Inc. (MI) actualmente tiene una fuerza laboral de 10 personas, las cuales pueden producir 500 unidades por periodo. El costo de la mano de obra es de 2 400 dólares por periodo por empleado. Desde hace tiempo, la compañía tiene una regla que no permite el tiempo extra; además, los productos no pueden subcontratarse debido a la maquinaria especializada que la empresa maneja para su producción. Como resultado, la organización puede aumentar o disminuir la producción sólo mediante la contratación o el despido de empleados. El costo de contratar a un trabajador es de 5 000 dólares y el de despedirlo es, también, de 5 000 dólares. Los costos de mantenimiento del inventario son de 100 dólares por cada unidad que quede al final de cada periodo. El nivel del inventario al principio del periodo 1 es de 300 unidades. El pronóstico de la demanda en cada uno de los seis periodos se presenta en la siguiente tabla:

Periodo	1	2	3	4	5	6
Demanda agregada	630	520	410	270	410	520

- a) Calcule los costos de una estrategia de seguimiento.
- b) Calcule los costos de una estrategia nivelada.
- c) Compare las dos estrategias.

Solución

- a) Primero, decida sobre el nivel de la fuerza de trabajo que deberá utilizarse para la estrategia de seguimiento de modo que la producción satisfaga la demanda de cada periodo; por ejemplo: en el periodo 1, la demanda es de 630 unidades, lo cual requiere de 12.6 trabajadores (cada trabajador puede elaborar 50 unidades). La respuesta se redondea hasta 13 trabajadores. Las tablas para el número de unidades producidas y para los cálculos de costos son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
Unidades:						
Demanda agregada	630	520	410	270	410	520
Número de trabajadores	13	10	8	5	8	10
Unidades producidas	650	500	400	250	400	500
Inventario final	320	300	290	270	260	240
Costos:						
Costo de la mano de obra	31 200	24 000	19 200	12 000	19 200	24 000
Costo de contratación/despido	15 000	15 000	10 000	15 000	15 000	10 000
Costo de mantenimiento del inventario	<u>32 000</u>	<u>30 000</u>	<u>29 000</u>	<u>27 000</u>	<u>26 000</u>	<u>24 000</u>
Costo por periodo	78 200	69 000	58 200	54 000	60 200	58 000
Costos totales						\$377 600

- b) Para la estrategia de nivelación, decida primero sobre el nivel de la fuerza laboral. Para ser comparable con el inciso a), debe establecerse el nivel de la fuerza de trabajo para que produzca el mismo número de unidades totales a lo largo de seis periodos. El total de unidades producidas en el inciso a) son:

$$650 + 500 + 400 + 250 + 400 + 500 = 2 700 \text{ unidades}$$

Una estrategia de nivelación produce un número igual de unidades cada periodo, o $2 700/6 = 450$ unidades por periodo. Esto requiere exactamente de nueve trabajadores

en cada periodo. El número resultante de unidades así como los cálculos de costos son los siguientes:

Periodo	1	2	3	4	5	6
Unidades:						
Demanda agregada	630	520	410	270	410	520
Número de trabajadores	9	9	9	9	9	9
Unidades producidas	450	450	450	450	450	450
Inventario final	120	50	90	270	310	240
Costos:						
Costo de la mano de obra	21 600	21 600	21 600	21 600	21 600	21 600
Costo de contratación/despido	5 000	0	0	0	0	0
Costo de mantenimiento del inventario	<u>12 000</u>	<u>5 000</u>	<u>9 000</u>	<u>27 000</u>	<u>31 000</u>	<u>24 000</u>
Costo por periodo	38 600	26 600	30 600	48 600	52 600	45 600
Costos totales						\$242 600

- c) La estrategia de nivelación es mucho menos costosa. Ésta es la razón por la que es mucho más costoso contratar y despedir trabajadores. Asimismo, la estrategia de seguimiento se ve penalizada por el relativamente alto inventario inicial de 300 unidades, el cual no es necesario para la alternativa de seguimiento, pero sí se requiere en el caso de la estrategia de nivelación para evitar faltantes de inventario.

Preguntas de análisis

1. Aproximadamente, ¿Qué tan lejos hacia el futuro sería necesario planear en los siguientes tipos de instalaciones?
 - a) Restaurante
 - b) Hospital
 - c) Refinería de petróleo
 - d) Fábrica de juguetes
 - e) Planta de energía eléctrica
 - f) Escuela pública
 - g) Escuela privada
2. ¿Qué problemas se crean al considerar simultáneamente las cuestiones de capacidad de cuánto, qué tan grande, cuándo, dónde y qué tipo?
3. Un distrito escolar pronosticó las inscripciones de estudiantes para varios años hacia el futuro y predijo un exceso de capacidad de 2 000 estudiantes. La junta de la escuela afirma que la única opción es cerrar el colegio. Evalúe.
4. ¿Por qué es la alta administración quien, con frecuencia, toma las decisiones de instalaciones? ¿Qué papel desempeñan en estas decisiones las áreas de operaciones, marketing, finanzas, contabilidad, ingeniería y recursos humanos?
5. ¿De qué manera afecta la estrategia corporativa a las decisiones de capacidad?
6. La planeación de las ventas y de las operaciones o planeación agregada se confunde algunas veces con la programación de operaciones. ¿Cuál es la diferencia?
7. La XYZ Company manufactura un producto estacional. En la actualidad, la compañía emplea una fuerza de trabajo nivelada como política. La empresa teme que, si despide algunos trabajadores, no pueda volver a recontratarlos ni a encontrar reemplazos calificados. ¿Tendrá esta organización un problema de planeación agregada? Explique.
8. Se dijo que la planeación agregada se relaciona con la planeación de personal, la preparación de presupuestos y la planeación de mercados. Describa la naturaleza de la relación entre estos tipos de planeación.
9. Toda empresa tiene objetivos múltiples como buenas relaciones laborales, costos operativos bajos, alta rotación de los inventarios y buenos servicios a los clientes. ¿Cuáles son los pros y los contras de tratar estos objetivos de una manera separada en un problema de planeación agregada en comparación de combinarlos a todos dentro de una sola medida de costos?
10. ¿Cómo influye el nivel de habilidades de la fuerza de trabajo y el grado de automatización sobre la elección entre una estrategia nivelada y una de seguimiento?
11. ¿Qué factores son importantes al elegir la longitud del horizonte de planeación en una planeación agregada?
12. ¿Qué factores de costos deben incluirse al calcular el costo total de una estrategia agregada?
13. Una peluquería ha usado una fuerza de trabajo nivelada para sus peluqueros cinco días a la semana, de martes a sábado. Los peluqueros tienen un tiempo desocupado considerable desde el martes hasta el viernes, con algunos periodos de alta actividad durante las horas de la comida y después de las 4:00 p.m. de cada día. El viernes por la tarde y durante todo el día del sábado, todos los peluqueros están muy ocupados y los clientes deben esperar una cantidad de tiempo sustancial al grado de que algunos se retiran. ¿Qué opciones debería considerar esta peluquería en términos de una planeación agregada? ¿Cómo analizaría usted estas opciones? ¿Qué datos deberían recabarse y cómo deberían compararse las opciones?

Problemas

1. Suponga que estamos considerando la cuestión de cuánta capacidad construir a la luz de una demanda incierta. Estime que el costo de las ventas perdidas debido a una capacidad insuficiente es de 20 dólares por unidad. Suponga, también, que existe un costo de 7 dólares para cada unidad de capacidad que se construya. Las probabilidades de los diversos niveles de la demanda son los siguientes:

Demanda: X unidades	Probabilidad de X
0	.05
1	.10
2	.15
3	.20
4	.20
5	.15
6	.10
7	.05

- a) ¿Cuántas unidades de capacidad deberán incorporarse para minimizar el costo total del suministro de capacidad más las ventas perdidas?
 b) Exponga una regla general en relación con la cantidad de capacidad que debe construirse.
 c) ¿Qué principio ilustra este problema?
2. La Ace Steel Mill estima la demanda del acero en millones de toneladas por año de la siguiente manera:

Millones de toneladas	Probabilidad
10	.10
12	.25
14	.30
16	.20
18	.15

- a) Si la capacidad se establece en 18 millones de toneladas, ¿qué cantidad de colchón de capacidad se tendrá?
 b) ¿Cuál es la probabilidad de una capacidad no empleada y cuál es la utilización promedio de la planta a 18 millones de toneladas de capacidad?
 c) Si se tiene un costo de 8 millones de dólares por cada millón de toneladas de operaciones de negocios perdidas y de 80 millones de dólares para construir un millón de toneladas de capacidad, ¿qué cantidad de capacidad debería construirse para minimizar los costos totales?
3. Una peluquería tiene la siguiente demanda de cortes de pelo durante los sábados, el cual es el día más activo de la semana.

Millones de toneladas	Probabilidad
20	.1
25	.3
30	.4
35	.1
40	.1

- a) ¿Cuál es la demanda promedio de cortes de pelo durante el sábado?
 b) Si la capacidad es de 35 cortes de pelo, ¿cuál es la utilización promedio del establecimiento?
 c) Si la capacidad es de 35 cortes de pelo, ¿qué cantidad de colchón de capacidad se tiene?
 d) Si se posee un costo de 50 dólares por cada corte de pelo perdido debido a la insatisfacción del cliente y si se tiene un costo de 100 dólares por cada unidad de capacidad proporcionada, ¿qué cantidad de capacidad debería construirse para minimizar los costos?
4. Suponga que un restaurante opera de las 11 a.m. hasta las 11 p.m. siete días a la semana.
- a) ¿Cuánta capacidad tiene el restaurante sobre una base semanal y sobre una base anual en horas?
 b) Si el restaurante puede atender a un máximo de 40 clientes por hora, ¿qué cantidad de capacidad semanal posee el restaurante en términos de clientes?
 c) ¿Qué supuestos implícitos se hicieron en sus cálculos para el inciso b)?
5. Una clínica de atenciones urgentes se integra por dos doctores quienes pueden atender cada uno a cuatro pacientes por hora. La clínica está abierta desde las 6 p.m. hasta la medianoche, siete días por semana. La compañía hizo un seguimiento del número promedio de pacientes que llegaban por hora durante un mes y observó lo siguiente:

Tiempo	Demandada
6-7	8
7-8	10
8-9	10
9-10	4
10-11	4
11-12	2

- a) Dibuje una gráfica donde una línea muestre la capacidad y otra, la demanda.
 b) ¿Qué observaciones puede hacer a partir de la gráfica del inciso a)?
 c) ¿Qué sugerencias haría usted a la clínica para la administración de su capacidad?
6. A la empresa Chewy Candy Company le gustaría determinar un plan de producción agregada para los seis meses siguientes. La compañía elabora muchos tipos distintos de dulces, pero considera que puede planear su producción total en libras siempre y cuando la mezcla de dulces no se modifique de modo muy relevante. En el momento actual, Chewy Company tiene 70 trabajadores y 9 000 libras de dulces en su inventario. Cada trabajador puede producir 100 libras de dulces al mes y a cada uno se le pagan 12 dólares por hora (use 160 horas de tiempo regular por mes). El tiempo extra, a una tasa de pago de 150% del tiempo regular, puede utilizarse hasta un máximo de 20% además del tiempo regular en cualquier mes. Se tiene un costo de 80 centavos para almacenar una libra de dulces durante un año,

de 200 dólares para contratar a un trabajador y de 500 dólares para despedir a un empleado. Los pronósticos de ventas para los seis meses siguientes son de 8 000, 10 000, 12 000, 8 000, 6 000 y 5 000 libras de dulces.

- a) Determine los costos de una estrategia de producción nivelada para los seis meses siguientes con un inventario final de 8 000 libras.
 - b) Establezca los costos de una estrategia de seguimiento para los seis meses siguientes.
 - c) Calcule los costos de emplear un tiempo extra máximo para los dos meses de la demanda más alta.
 - d) Dibuje una gráfica acumulativa de la demanda y de las tres estrategias de producción que ya se consideran.
7. Una corporación produce para satisfacer una demanda estacional y el pronóstico para los 12 meses siguientes se proporciona más abajo. La fuerza de trabajo actual puede producir 500 unidades por mes. Cada empleado adicional puede fabricar 20 unidades adicionales por mes y se le pagan 2 000 dólares mensuales. El costo de los materiales es de 40 dólares por unidad. El tiempo extra puede usarse a la prima de tiempo acostumbrada y por la mitad de la mano de obra hasta un máximo de 10% por mes. El costo de mantenimiento del inventario es de 50 dólares por unidad por año. Los cambios en el nivel de producción tienen costos de 100 dólares por unidad debido a las contrataciones y a los costos de las conversiones de la línea, entre otros factores. Estime que se tienen 200 unidades en el inventario inicial. La capacidad adicional puede obtenerse subcontratando a un costo adicional de 20 dólares por unidad sobre el costo de producción de la empresa sobre la base de un tiempo regular. ¿Qué plan recomienda usted? ¿Cuál es el costo adicional de este plan?

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda	650	700	850	700	650	500	600	850	800	900	700	600

8. Aproximadamente 40% de las llamadas semanales que se reciben en una clínica médica para solicitar citas con los doctores ocurren el día lunes. Debido a esta fuerte carga de trabajo, 20% de las personas que llaman reciben una señal de línea ocupada y deben volver a llamar más tarde. La clínica tiene un empleado por cada dos departamentos que se encarga de manejar las llamadas entrantes. Cada trabajador maneja las llamadas para los mismos departamentos durante toda la semana y, por lo tanto, está familiarizado con las horas, las prácticas de horarios y las idiosincrasias de los doctores. Considere las siguientes opciones para la solución de este problema:
- Continuar el sistema actual, lo cual da como resultado algunas inconveniencias por parte del cliente, pérdidas de operaciones de negocios y la percepción de un servicio deficiente. Cerca de 1 000 pacientes llaman a la clínica los lunes. La clínica tiene 50 000 pacientes en total.
 - Ampliar las líneas telefónicas y añadir más personas para manejar los periodos de demanda máxima. El

costo estimado por la adición de dos líneas más y por otros dos empleados es de 60 000 dólares por año.

- Instalar una computadora para acelerar la concertación de citas. En este caso, la demanda máxima podría manejarse con el personal actual. El costo estimado de arrendar y mantener el equipo y los programas de cómputo es de 50 000 dólares por año.
 - Ampliar las líneas telefónicas y pedirle a la gente que vuelva a llamar más tarde en la semana para concertar una cita. Añadir dos líneas y dos empleados de tiempo parcial para contestar el teléfono a un costo de 30 000 dólares por año.
- a) Analizar estas opciones desde el punto de vista de un problema de planeación agregada. ¿Cuáles son los pros y los contras de cada opción?
 - b) ¿Qué opción recomienda usted? ¿Por qué?
 - c) ¿Cómo difiere este problema de los otros de planeación agregada que se mencionaron anteriormente?
9. El Restwell Motel en Orlando, Florida, prepara un plan agregado para el año siguiente. El motel tiene un máximo de 200 habitaciones, las cuales se utilizan por completo en los meses del invierno y en su mayoría desocupadas durante el verano, como se muestra en la tabla siguiente. La demanda se enlista en términos de habitaciones. El motel necesita un empleado, al cual se le pagan 1 500 dólares por mes, por cada 20 cuartos rentados sobre tiempo regular. Puede emplear hasta 20% de tiempo extra a razón de 1.5 y, también, puede contratar personal de tiempo parcial a 1 200 dólares por mes. Los trabajadores de tiempo regular se contratan a un costo de 500 dólares y se despiden a uno de 200 dólares por empleado. No hay costos ni de contrataciones ni de despidos para los de tiempo parcial.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda	185	190	170	160	110	100	100	80	100	120	140	160

- a) Con una fuerza de trabajo regular de seis empleados y 20% de tiempo extra cuando se requiera, ¿qué cantidad de trabajadores de tiempo parcial se necesitan en cada mes y cuánto cuesta esta estrategia por año?
 - b) ¿Cuál es la mejor estrategia que debe seguirse si se utiliza una fuerza de trabajo nivelada de seis trabajadores regulares? Pueden usarse varias cantidades de tiempo extra y trabajadores de tiempo parcial.
10. La Bango Toy Company produce diversos tipos de juguetes para una demanda estacional. El pronóstico para los seis meses siguientes en millares de dólares se proporciona más abajo:

	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Pronóstico	\$1 000	\$1 500	\$2 000	\$1 800	\$1 500	\$1 000

Un empleado regular puede producir 10 000 dólares de juguetes por mes y la organización tiene 80 trabajadores regulares al final de junio. Los de tiempo regular ganan 2 200 dólares por mes, incluyendo beneficios. Un empleado con tiempo extra genera a la misma tasa que uno

de tiempo regular, pero gana 150% de la remuneración regular. Puede recurrirse hasta a un 20% de tiempo extra en cualquier mes. Un trabajador puede contratarse por 1 000 dólares y cuesta 2 000 despedirlo. Los costos de mantenimiento del inventario son de 30% por año. La compañía desea terminar el año con 80 empleados, el inventario inicial de juguetes es de 900 000 dólares.

- a) Calcule el costo de una estrategia de seguimiento.
 - b) Estime el costo de una estrategia nivelada.
 - c) Usando la plantilla de Excel, simule otras estrategias.
 - d) Determine el efecto sobre la estrategia de seguimiento, del inciso a), resultante de cambiar el costo de contratación a 1 500, 2 000 y 2 500 dólares. De acuerdo con estos cambios, ¿cuál es la relación entre el costo de la contratación y el costo total?
 - e) Utilice la plantilla de Excel para estudiar el efecto de los cambios de la demanda sobre el costo total de la estrategia de seguimiento. Suponga varios aumentos y disminuciones porcentuales en la demanda (110%, 120%, 210%, 220%, etcétera).
11. Una pequeña empresa de textiles fabrica varios tipos de suéteres. La demanda es muy estacional, como lo ilustran las siguientes estimaciones trimestrales de la demanda. Ésta se estimó en términos de las horas estándar de producción requerida.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Pronóstico	10 000	15 000	8 000	5 000

Una hora de tiempo regular le cuesta a la compañía 12 dólares. A los empleados se les paga 18 dólares por hora cuando trabajan tiempo extra y la mano de obra puede subcontratarse del exterior a 14 dólares por hora. Se dispone de un máximo de 1 000 horas de tiempo extra en cualquier mes. Un cambio en el nivel regular de producción (aumento o disminución) incurre en un costo único de 5 dólares por hora por la adición o la sustracción de una hora de mano de obra. Cuesta 2% por mes mantener una hora de trabajo terminado en el inventario. Los materiales y los costos de los gastos indirectos del inventario son iguales a los costos directos de la mano de obra. Al inicio del trimestre del otoño, se cuenta con 5 000 horas estándar en el inventario y el nivel de la fuerza de trabajo es equivalente a 10 000 horas estándar.

- a) Suponga que la administración establece el nivel de los trabajadores regulares para el año como igual a la demanda promedio y subcontrata el resto. ¿Cuál es el costo de esta estrategia?
 - b) ¿Cuál es el costo de una estrategia de seguimiento?
12. La tienda Beth's Broasted Chicken ofrece una variedad de productos de comida rápida. Beth dispone de trabajadores regulares y de tiempo parcial para satisfacer la demanda. La demanda de los 12 meses siguientes se pronosticó en millares de dólares, como sigue:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda	25	33	40	57	50	58	50	48	37	33	28	32

Estime que cada empleado puede producir una demanda equivalente a 5 000 dólares en un mes. La compañía

le paga a los trabajadores regulares 10 dólares por hora, incluyendo beneficios y los empleados de tiempo parcial ganan 7 dólares por hora. A la administración le gustaría contar con tantos trabajadores de tiempo parcial como fuera posible, pero debe limitarse a la razón de uno regular a uno de tiempo parcial para otorgar una supervisión y continuidad adecuadas de la fuerza de trabajo. La demanda no puede inventariarse y debe satisfacerse sobre la base de mes por mes. Se tiene un costo de 500 dólares para contratar a un trabajador regular y uno de 200 dólares para despedirlo. No hay costos asociados con la contratación y el despido de trabajadores de tiempo parcial. Se permite un máximo de 20% de poca actividad en los meses en los que la empresa preferiría no despedir empleados y volver a contratarlos en los meses siguientes. En otras palabras, la fuerza de trabajo regular y de tiempo parcial no puede exceder 120% de la demanda en ningún mes en particular.

- a) Desarrolle una estrategia para este problema con el monto máximo de trabajadores de tiempo parcial evitando el hecho de despedir a aquellas personas que volverían a ser necesarias al mes siguiente. ¿Cuál es el costo de esta estrategia?
 - b) Simule otras estrategias con la plantilla de Excel.
13. Valley View Hospital debe enfrentarse a una demanda un tanto estacional. Los pacientes difieren las cirugías electivas en el verano y en las temporadas de días festivos al final del año. Como resultado, el pronóstico de los días de demanda de los pacientes es como sigue (un día de paciente se refiere a la estancia de un paciente durante un día en el hospital):

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Pronóstico	90 000	70 000	85 000	65 000

El hospital recurre a enfermeras regulares, enfermeras de tiempo parcial (cuando el hospital las puede obtener) y las enfermeras por contrato (quienes no son empleadas). Las enfermeras por contrato trabajan un número de horas que varía dependiendo del contrato que hayan establecido con el hospital. A las enfermeras regulares se les paga una suma de 8 000 dólares por trimestre durante 60 días de trabajo; a las de tiempo parcial se les paga 3 500 dólares por trimestre por 30 días de trabajo. Las enfermeras por contrato ganan un promedio de 9 000 dólares por trimestre durante 60 días de trabajo. La contratación o el despido de cualquiera de estos tres tipos de enfermeras implica un costo de 1 000 dólares.

Suponga que las enfermeras regulares se establecen a un nivel de 800 enfermeras para el año. Cada enfermera regular trabaja el equivalente a 60 días por trimestre. La parte restante de la demanda se forma por un 50% a tiempo parcial y un 50% de enfermeras por contrato sobre la base de trimestre por trimestre. ¿Cuál es el costo de este plan empezando al principio de la primavera con un nivel de 800 enfermeras regulares, 200 de tiempo parcial y 200 por contrato? Estime que se requiere de 0.8 de un día de enfermera para proporcionar cuidados de 24 horas para cada día paciente.

Bibliografía

- Adenso-Díaz, B. y Pilar González-Torre. "A Capacity Management Model in Service Industries". *International Journal of Service Industry Management* 13, núm. 3 (2002), pp. 286-302.
- Bradley, Perry. "The Operations Planning Guide". *Business & Commercial Aviation* 87, núm. 2 (agosto de 2000), p. 9.
- Buxey, Geoff. "Aggregate Planning for Seasonal Demand: Reconciling Theory with Practice". *International Journal of Operations & Production Management* 25, núm. 11 (2005), pp. 1083-1100.
- Dooley, Brian. "S&OP or Just Good Supply Chain Planning". *Logistics & Transport Focus* 8, núm. 10 (2006), pp. 30-34.
- Hausmann, R. y S. W. Hess. "A Linear Programming Approach to Production and Employment Scheduling". *Management Technology* 1 (enero de 1960), pp. 46-52.
- Hayes, Robert H. y Steven Wheelwright. *Restoring Our Competitive Edge: Competing through Manufacturing*. Nueva York: Wiley, 1984.
- Herrin, Richard. "John Galt Atlas Planning Suite: Syngenta Improves S&OP Process". *DM Review* 14, núm. 6 (junio de 2004), p. 89.
- Holt, C, F. Modigliani y H. Simon. "A Linear Decision Rule for Production and Employment Scheduling". *Management Science* 2, núm. 1 (octubre de 1955), pp. 1-30.
- Lapide, Larry. "Sales and Operations Planning Part 1: The Process". *Journal of Business Forecasting* 23, núm. 3 (otoño de 2004), pp. 17-19.
- Lee, S. M. y L. J. Moore. "A Practical Approach to Production Scheduling". *Production and Inventory Management* (primer trimestre de 1974), pp. 79-92.
- Mellichamp, Joseph y Robert Love. "Production Heuristics for the Aggregate Planning Problem". *Management Science* 24, núm. 12 (agosto de 1978), pp. 1242-1251.
- Mieghem, Jan A. "Capacity Management, Investment, and Hedging: Review and Recent Developments". *Manufacturing and Service Operations Management* 5, núm. 4 (otoño de 2003), pp. 269-302.
- Muzumdar, Maha y John Fontanella. "The Secrets to S&OP Success". *Supply Chain Management Review* 10, núm. 3 (2006), pp. 34-41.
- Olhager, Jan, Martin Rudberg y Joakim Wikner. "Long-Term Capacity Management: Linking the Perspectives from Manufacturing Strategy and Sales and Operations Planning". *International Journal of Production Economics* 69 (2001), pp. 215-225.
- Smith, Barry C., Dirk P. Gunther, Richard M. Ratlife y Venkateshwara B. Rao. "E-Commerce and Operations Research in Airline Planning, Marketing, and Distribution". *Interfaces* 31, núm. 2 (marzo-abril de 2001), pp. 38-56.
- . "S&OP Vendors at a Glance". *Manufacturing Business Technology* 25, núm. 3 (marzo de 2007), p. 21.
- Vergin, R. C. "Production Scheduling under Seasonal Demand". *Journal of Industrial Engineering* 17, núm. 5 (mayo de 1966), pp. 260-266.

Suplemento

Modelos matemáticos

A lo largo de los años se ha desarrollado una amplia variedad de modelos de planeación agregada. En este suplemento, formularemos el modelo matemático general para la planeación agregada y, posteriormente, expondremos tres enfoques de soluciones opcionales: las reglas de decisión, la simulación y la programación lineal.

MODELO GENERAL

El problema de la planeación agregada posee tres variables generales: P_t = la cantidad producida durante el periodo t , I_t = el nivel del inventario al final del periodo t y F_t = la demanda pronosticada para el periodo t . Podemos definir al inventario al final del periodo I_t en términos de estas variables:

$$I_t = I_{t-1} + P_t - F_t \quad \text{para } t = 1, 2, \dots, N \quad (\text{S12.1})$$

El inventario al final del periodo I_t es el inventario al final del periodo precedente, más la producción durante el periodo, menos la demanda durante el periodo. Desde luego, se calculó el inventario precisamente de esta forma en el ejemplo de Hefty Beer Company.

También deseamos especificar que los niveles del inventario y de la producción no se elegirán como valores negativos:

$$I_t, P_t \geq 0 \quad (\text{S12.2})$$

Se necesita una función de costos para evaluar las diversas estrategias de producción cursadas. Una función de costos para el problema de la planeación agregada es como se muestra a continuación:

$$\text{Costo} = \sum_{t=1}^{t=N} (a_t I_t + b_t P_t + c_t F_t) \quad (\text{S12.3})$$

El costo es una función del inventario que se lleva de la tasa de producción y de la demanda pronosticada a lo largo de todos los periodos.

Ahora, puede definirse el problema matemático como el hecho de encontrar aquel conjunto de variables P_t e I_t dado F_t , que habrá de minimizar el costo proporcionado por la ecuación (S12.3), sujeto a las limitaciones de las ecuaciones (S12.1) y (S12.2).

La estrategia de seguimiento y la estrategia de nivelación, las cuales se describieron en este capítulo, serán dos soluciones particulares (factibles) para este problema. Para la estrategia de seguimiento, se establece $P_t = F_t$ para todos los valores de t ; el nivel de producción es, exactamente, igual al pronóstico. Para la estrategia de nivelación, se establece $P_t =$ un valor constante para todos los periodos; el nivel de producción no varía. El modelo matemático permitirá evaluar el costo de estas estrategias y de cualesquiera otras que puedan elegirse. También, permitirá hallar, en ciertas condiciones, una estrategia óptima que minimice la ecuación del costo total.

REGLAS DE DECISIÓN

Un enfoque para la solución de este problema es construir una regla de decisión que especifique el valor de producción para cada periodo como una función del pronóstico, de los niveles de inventarios y de otros parámetros de interés. Un administrador puede aplicar

tal regla de decisión para determinar dinámicamente los niveles de producción en cualquier momento t ; por ejemplo: puede especificarse la siguiente regla de decisión:

$$P_t = P_{t-1} + \alpha(F_t - P_{t-1}) \text{ para } t = 1, 2, \dots, N$$

Donde α es la constante de suavización $0 \leq \alpha \leq 1$.

Para esta regla, si establecemos $\alpha = 0$, se obtendrá la estrategia de nivelación ($P_t = P_{t-1}$) y, si se establece $\alpha = 1$, se obtendrá la estrategia de seguimiento ($P_t = F_t$). Los valores de α entre 0 y 1 producirán otras reglas de decisión. Observe la similitud de esta regla con el enfoque de suavización exponencial que se utilizó para la preparación de pronósticos. Esta regla de decisión en particular suavizará la producción a lo largo del tiempo para responder a los cambios en el pronóstico.

Como un ejemplo de esta regla de decisión, se establece $\alpha = .7$ para el ejemplo de Hefty Beer y se calculan los costos correspondientes. Una vez que se conoce el nivel de producción de cada periodo, se construye una tabla de costos similar al de la tabla 12.2. Se proporciona el nivel inicial de $P_0 = 40$ trabajadores y, por lo tanto, se calcula:

$$P_1 = P_0 + .7(F_1 - P_0) = 40 + .7(30 - 40) = 33 \text{ trabajadores}^1$$

De manera similar, se calcula:

$$P_2 = P_1 + .7(F_2 - P_1) = 33 + .7(30 - 33) = 30.9 \text{ trabajadores}$$

Este proceso continúa durante 12 meses y el perfil de producción resultante se costea con el mismo método que el de la tabla 12.2. El costo total anual de esta regla de decisión es de 1 200 100 dólares, lo cual representa un ahorro sobre la estrategia de costo más bajo que se encontró anteriormente.

Al respecto, en la literatura se han propuesto muchas otras reglas de decisión. El primer estudio de la planeación agregada, el cual se efectuó en una fábrica de pintura en 1955, utilizó la así llamada regla de decisión lineal (Holt, Modigliani y Simon, 1955). En este caso, la función del costo era de naturaleza cuadrática y las reglas de decisión óptimas resultantes eran lineales en términos de la demanda pronosticada, el inventario y los niveles previos de producción. Algunos estudios posteriores, como los de Mellichamp y Love (1978), consideraron funciones de costos más generales y otros tipos de reglas de decisión.

Mellichamp y Love observaron que los administradores parecen preferir un cambio grande en la fuerza de trabajo (y en el nivel de producción) en lugar de una serie de cambios continuos más pequeños. Como resultado, Mellichamp y Love formularon una regla de decisión de tres niveles para la producción, incluyendo los niveles alto, medio y bajo. Tal regla de cambio de producción determina cuándo debe saltarse de un nivel de producción al siguiente. En consecuencia, la producción aumenta y disminuye con base en una serie de pasos.

SIMULACIÓN

Otra técnica a la que puede recurrirse para evaluar los modelos que se describieron anteriormente es la simulación. Esta técnica puede usarse para evaluar rápidamente un alto número de distintas reglas de decisión u opciones de producción. La primera aplicación de la simulación a la planeación agregada la realizó Vergin en 1966. Él demostró que podían emplearse estructuras de costos altamente complejas así como la manera en la que la simulación podía controlarse para buscar de modo sistemático una solución *eficaz*.

El problema de la planeación de la producción agregada se ha reformulado en términos de demandas aleatorias. Esto se hizo dado que la mayoría de los problemas prácticos tienen demandas futuras impredecibles. Además, la administración parece interesarse principalmente en la evaluación de las probabilidades de faltantes de inventarios y de niveles

¹ Si se desea, el nivel de producción también puede calcularse en términos de miles de galones.

asociados del inventario para un número pequeño de estrategias factibles. La administración necesita saber la forma en la que una estrategia en particular afectará los niveles probables del inventario y la capacidad para satisfacer las estimaciones de la demanda. Dicho problema se resolvió a través del uso de la simulación.

En la actualidad, la disponibilidad de las hojas electrónicas comerciales como Excel hizo a la simulación muy fácil de aplicar para los problemas de planeación agregada. Los modelos de las hojas electrónicas son fáciles de construir y pueden evaluarse muchas opciones. En el sitio web del estudiante se han proporcionado algunas hojas electrónicas de Excel para la resolución de algunos de los problemas que aparecen al final de este capítulo.

PROGRAMACIÓN LINEAL

En 1960, Haussmann y Hess propusieron la utilización de la programación lineal para resolver los problemas de la planeación agregada. Este método ofrece soluciones eficaces con la condición de que los costos puedan expresarse en una forma lineal o parcialmente lineal. En la formulación de la programación lineal, las restricciones representan los saldos del inventario de periodo a periodo, el uso de tiempo extra y los niveles de contrataciones y de despidos. Puede usarse el método simplex u otros para hallar la solución de costo mínimo a la formulación de la programación lineal.

La programación lineal hace posible evaluar un número infinito de estrategias de producción y encontrar la opción de costo mínimo. Brinda una metodología eficaz no sólo para resolver el problema, sino para examinar otras soluciones que podrían indicarse, respecto de la mejor; por ejemplo: puede calcularse la estrategia de costo más bajo para el caso de Hefty Beer formulándola como un problema de programación lineal, lo cual se hace utilizando Excel y la opción del Solver para la optimización lineal. La solución con el costo mínimo es de 1 197 500 dólares, lo que constituye el plan con el costo más bajo para cualquier patrón concebible de producción.² En este caso, la estrategia de producción es un tanto similar a la de seguimiento que sigue a la demanda pronosticada cada periodo, pero es menos dinámica que la estrategia pura de seguimiento.

Asimismo, la programación lineal se amplió a situaciones más complejas. Lee y Moore (1974) sugirieron que se emplee una formulación de programación de metas. Ellos utilizaron un ejemplo con metas múltiples especificadas en el siguiente orden de prioridad:

- P_1 = operar dentro de los límites de la capacidad productiva
- P_2 = satisfacer el programa de entrega que se contraiga
- P_3 = operar a un nivel mínimo de 80% de la capacidad a tiempo regular
- P_4 = mantener el inventario inferior a un número máximo de unidades
- P_5 = minimizar los costos totales de producción y de inventarios
- P_6 = mantener a un nivel mínimo las horas extra de producción

El procedimiento de solución busca la satisfacción de estas metas, empezando con P_1 y procediendo a P_2 , P_3 y así sucesivamente. A través del uso de este enfoque, pueden hacerse negociaciones entre las metas de la capacidad, el programa de entregas, una fuerza de trabajo estable, la producción, el inventario y el costo del tiempo extra. Ello hace posible considerar una estructura de metas más rica que el costo en forma individual.

² Supone un número entero de trabajadores durante cada periodo.

Problemas suplementarios

1. La Zoro Company manufactura podadoras de césped de alta velocidad. La empresa ha diseñado la siguiente regla de decisión:

$$P_t = P_{t-1} + \alpha(F_t - P_{t-1})$$

- a) Si en el momento presente Zoro tiene un nivel de producción de 1 000 unidades, un pronóstico para el siguiente periodo de 1 500 unidades y una constante de suavización de .5, ¿cuál debería ser el nivel de producción para el siguiente periodo?
- b) Si el pronóstico para el periodo 2 es de 1 200 unidades, ¿cuál será el nivel de producción para el periodo 2?
- c) Sugiera un procedimiento para incluir el inventario en la ecuación anterior.
2. Resuelva el problema de planeación agregada de Chewy Candy Company (problema 6 en este capítulo) mediante el uso de la programación lineal. Puede emplearse el Solver de Excel o cualquier otro paquete de programación lineal.
- a) ¿Cómo se compara la solución de la programación lineal de costo mínimo con los costos de las estrategias de seguimiento y nivelación del capítulo?
- b) Si se usa una regla de decisión del problema 1, ¿cuál será el costo y la estrategia resultante que se obtendrá?
3. Resuelva el problema de Beth's Broasted Chicken (problema 12 en el capítulo) utilizando programación lineal.
- a) ¿Cómo se compara la estrategia de programación lineal de costo mínimo con las estrategias del problema 12?
- b) ¿Qué problemas prácticos podrían detectarse al implantar la estrategia de costo mínimo?
4. Resuelva el problema del Valley View Hospital (problema 13) de este capítulo con el uso de programación lineal. Puede utilizarse el Solver de Excel para este problema.
- a) ¿Cómo se compara la solución de costo mínimo en su cálculo del problema 13 inciso a)?
- b) ¿Prevé usted algún problema práctico que pudiera hallarse en la implantación de la solución óptima?