

Caso práctico

Estudio técnico

■■■ Introducción

La tecnología que aquí se presenta no es el método exacto para elaborar mermeladas, lo cual no debe confundir al estudiante. El ejemplo pretende mostrar una metodología para realizar estudios técnicos en evaluación de proyectos, más que mostrar un proceso de producción. También hay que decir que esta parte del proyecto, a pesar de ser muy técnica, puede ser desarrollada por cualquier estudiante que utilice su ingenio para resolver problemas, independientemente de su especialidad.

■■■ Declaración de misión, visión y objetivos de nueva unidad productiva

Una vez que, de acuerdo con los resultados del estudio de mercado, se ha demostrado que es conveniente continuar realizando el estudio de factibilidad, los promotores del proyecto declaran que:

La **misión** de la nueva unidad productiva es elaborar mermeladas con estándares internacionales de calidad, tanto para personas que no tienen requerimientos dietéticos especiales, así como para personas que padecen diabetes.

La **visión** de la nueva unidad productiva es que penetre en el mercado y adquiera una posición estable en el mismo, en los dos años iniciales de funcionamiento.

Los **objetivos** para alcanzar la misión y visión mencionadas son:

1. Desarrollar las estrategias adecuadas de penetración al mercado desde el punto de vista de precio, publicidad y calidad del producto.
2. Definir los procesos clave en toda la empresa, a fin de optimizarlos.
3. Contar con un experto en la tecnología de producción, interno o externo a la empresa, a fin de asegurar la elaboración de la calidad deseada en el producto.

Las estrategias de penetración en el mercado que se emprenderán ya han sido descritas, tanto en la parte final del estudio de mercado, así como en la parte final de la evaluación económica del proyecto, donde con datos monetarios se presenta una interesante estrategia de precio para penetrar y mantenerse en el mercado, alineando de este modo dichas estrategias al cumplimiento de la visión de la nueva unidad productiva.

En el estudio técnico o ingeniería del proyecto se hará énfasis en cumplir los objetivos de la planeación estratégica y alinear las actividades de la nueva empresa al cumplimiento de la misión y visión que se han declarado.

■■■ Localización óptima¹⁰ de la planta

Una de las primeras limitantes de la localización de la planta es la disponibilidad de materia prima. Se decía en el estudio de mercado que 85% de la mermelada que se consume es de sabor fresa, de forma que un primer condicionante es ubicar la planta en un estado del país que sea productor de fresa, y sólo existen tres entidades con esa característica: Michoacán, Guanajuato y Estado de México. Se describen las principales características socioeconómicas de cada uno de ellos, pues estos datos servirán de base para aplicar dos distintos métodos de localización.

DATOS GENERALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN

- Superficie: 58 199 km².
- Ciudades principales: Morelia, Uruapan y Zamora.

¹⁰ El término óptimo u optimizar será utilizado en este contexto como la mejor elección bajo las condiciones en las cuales se toma la decisión y no necesariamente conlleva una medición exacta de resultados que demuestren que la elección hecha es óptima desde el punto de vista matemático.

- Clima:¹¹ en 34% de la superficie estatal, cálido y subhúmedo con lluvias en verano.
- Municipios: 113.
- Promedio de escolaridad:¹² 5.1 años.
- Principales centros educativos:¹³ Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, El Colegio de Michoacán, Instituto Tecnológico de Morelia.
- Red carretera:¹⁴ carreteras principales, 2 596 km; carreteras secundarias: 2 403 km; red carretera federal de cuota, 258 km; red ferroviaria, 1 148 km; aeropuerto internacional, ninguno; aeropuertos nacionales, 4; puertos de altura, 1.
- Número de parques industriales: 11.

DATOS GENERALES DEL ESTADO DE MÉXICO

- Superficie: 21 196 km².
- Clima: en 61% de la superficie estatal el clima es templado y subhúmedo con lluvias en verano.
- Ciudades principales: Nezahualcóyotl, Ecatepec, Toluca y Naucalpan.
- Municipios:¹⁵ 122.
- Promedio de escolaridad:¹⁶ 6.5 años.
- Principales centros educativos:¹⁷ Universidad Autónoma de Chapingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Tecnológico de Monterrey y tres institutos tecnológicos regionales.
- Comunicaciones y transportes:¹⁸ carreteras principales: 10 042 km; carreteras secundarias: 6 292 km; red carretera federal de cuota: 259 km; red ferroviaria, 1 288 km; aeropuerto internacional, 1; aeropuertos nacionales, 2.
- Número de parques industriales: 36.

DATOS GENERALES DEL ESTADO DE GUANAJUATO

- Superficie:¹⁹ 30 768 km².
- Clima: en 35% de la superficie estatal es semicálido y subhúmedo con lluvias en verano.
- Ciudades principales: León, Irapuato, Celaya, Salamanca y Guanajuato.
- Municipios:²⁰ 46.
- Promedio de escolaridad:²¹ 4.9 años.
- Principales centros educativos: Universidad Autónoma de Guanajuato, cinco tecnológicos regionales, Tecnológico de Monterrey y Universidad Panamericana.
- Comunicaciones y transportes:²² carreteras principales, 1 300 km; carreteras secundarias, 2 158 km; red de carretera federal de cuota: 140 km; red ferroviaria: 1 072 km; aeropuerto internacional: ninguno; aeropuertos nacionales: 3.
- Número de parques industriales: 9.

■■■ Método de localización por puntos ponderados

Para realizar este método se requiere mencionar determinados factores, que benefician o perjudican la ubicación de la planta en esa entidad, y asignarles un peso. Los factores seleccionados y los pesos asignados se muestran en la tabla 3.5.

¹¹ Fuente: CGSNEGI, Carta de climas, 1: 1 000 000. Se consultó esta fuente para los tres estados.

¹² Fuente: INEGI, Dirección de Estadísticas Demográficas y Sociales, *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*.

¹³ Fuente: SEP estatal, 1995.

¹⁴ Fuente: Centro de SCT estatal, Unidad de Programación y Evaluación, Junta de Caminos.

¹⁵ Fuente: INEGI, Dirección General de Estadísticas Demográficas y Sociales.

¹⁶ Fuente: SEP estatal.

¹⁷ Fuente: SEP estatal, 1995.

¹⁸ Fuente: Centro SCT, México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno del Estado, Junta de Caminos, 1997.

¹⁹ Fuente: INEGI, Dirección General de Estadística, 1995.

²⁰ Fuente: *Idem*.

²¹ Fuente: SEP estatal, 1995.

²² Fuente: Centro SCT estatal, Unidad de programación y evaluación del Gobierno del Estado, 1997.

Tabla 3.5

Factor	Peso
1. Cercanía de los principales centros de consumo	0.25
2. Disponibilidad de materia prima	0.05
3. Infraestructura industrial	0.3
4. Nivel escolar de la mano de obra	0.15
5. Clima	0.1
6. Estímulos fiscales	0.15

La materia prima tiene la menor ponderación porque se encuentra disponible en las tres entidades. Las calificaciones se asignan con base en los datos generales mostrados anteriormente. A continuación se muestra la calificación ponderada (vea la tabla 3.6).

Tabla 3.6

Factor	Peso	Calificación			Calificación ponderada		
		Mich.	Méx.	Gto.	Mich.	Méx.	Gto.
1	0.25	7	9	7	1.75	2.25	1.75
2	0.05	9	9	10	0.45	0.45	0.5
3	0.3	8	10	7	2.4	3.0	2.1
4	0.15	8	10	7	1.2	1.5	1.05
5	0.1	10	10	10	1	1	1
6	0.15	9	7	9	1.35	1.05	1.35
Total	1.00				8.15	9.25	7.75

Nota: La calificación de 10 se asigna si la satisfacción de un factor es total y disminuye proporcionalmente con base en este criterio.

Observe que en el Estado de México existen 36 parques industriales, lo que garantiza la instalación de la empresa casi en cualquier lugar del estado.

De la tabla 3.6 resulta que, debido a que el Estado de México presenta la mayor calificación ponderada, es el seleccionado para instalar la planta. Sin embargo, se ha mencionado que en el Estado de México existen 36 parques industriales distribuidos en ocho zonas industriales, de forma que ahora es necesario determinar la ubicación precisa. Cerca de 69% de la industria del estado se ubica en el corredor industrial Tlalnepantla-Cuautitlán-Texcoco, 11% en el corredor Toluca-Lerma, y el resto en otros municipios. Si se toman en cuenta las restricciones del gobierno federal en el sentido de desconcentrar la industria del área metropolitana de la ciudad de México, lo cual incluye el municipio de Nezahualcóyotl y el corredor industrial Tlalnepantla-Cuautitlán-Texcoco, entonces será necesario ubicar la planta en el corredor Toluca-Lerma, debido a que al ser el segundo corredor industrial más importante del estado, cuenta con mucho mejor infraestructura industrial que otros parques del mismo Estado de México.

Se seleccionó el Parque Industrial El Cerrillo, ubicado en el kilómetro 2.5 de la carretera México-Toluca. Cuenta con todos los servicios necesarios, incluyendo red hidráulica, drenaje sanitario, bomberos y grandes terrenos con áreas verdes, lo cual es conveniente si se está contemplando que la empresa crezca en el futuro.

■■■ Determinación de la capacidad instalada óptima de la planta

Ésta es una determinación clave en el diseño de la planta; existen algunos factores que limitan su tamaño. A continuación se analizan los principales motivos para limitar la capacidad instalada de la planta.

LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA

Un primer factor que definitivamente puede limitar la instalación de gran capacidad de la planta productiva, es la demanda potencial insatisfecha. De acuerdo con las cifras obtenidas en el estudio de mercado, donde la *DPI* es la demanda potencial insatisfecha, se tienen los datos que se muestran en la tabla 3.7.

Como se puede observar en la tabla 3.7, el incremento en la demanda potencial insatisfecha es muy pronunciado, tanto la optimista como la pesimista. El futuro inversionista debe considerar varias cuestiones: primero, que es más fácil para cualquiera de los productores actuales cubrir la *DPI* que para algún productor nuevo. Esto es verdad en cierto sentido, sin embargo, la demanda potencial existe. Segundo, todos los análisis estadísticos tienen cierto grado de error, lo cual no significa que la demanda potencial del mercado en el octavo año será exactamente de 8 884 toneladas, y ni una tonelada más. El consumidor actual o potencial preferirá un nuevo producto siempre que le ofrezca alguna ventaja.

La planeación estratégica sugiere detectar las posibles debilidades o problemas de los fabricantes actuales, de forma que el nuevo productor no cometa los mismos errores y pueda entrar al mercado. Otro factor que es muy conveniente analizar es el precio de venta; el consumidor preferirá comprar el

Tabla 3.7

Año	DPI optimista	Incremento anual	DPI pesimista	Incremento anual
8	8 884	—	6 820	—
9	10 150	14.25%	6 590	9.66%
10	12 213	20.32%	9 067	37.58%
11	14 713	20.46%	12 256	35.17%
12	20 549	39.97%	15 356	25.29%

producto de menor precio, siempre que la calidad y la cantidad del nuevo producto sea al menos igual a la que actualmente se le ofrecen. Recuerde que hay estrategias de fijación de precios (vea la parte teórica para estrategias de fijación de precios) para entrar al mercado.

Otro factor de introducción al mercado para nuevos productores, es que ofrezcan realmente un producto nuevo, y este estudio pretende introducir una mermelada apta para el consumo de diabéticos y personas pasadas de peso, sin riesgo para su salud, y ésta sí es una ventaja estratégica.

De hecho existen muchos productos nuevos que no ofrecen ventajas sustanciales para el consumidor; sin embargo, se logran introducir al mercado con base en una buena campaña publicitaria.

Con todo lo mencionado se quiere decir que la demanda potencial insatisfecha, aunque no sea muy elevada en cantidad, siempre será susceptible de incrementarse; también es posible sustituir los gustos y preferencias de los actuales consumidores por el producto nuevo, siempre que se utilice la estrategia adecuada, ya sea de precio o de publicidad. La capacidad instalada no dependerá necesariamente de la demanda potencial insatisfecha, sino de otros factores que se analizan a continuación.

LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA DISPONIBILIDAD DE CAPITAL

En el proyecto que se analiza la disponibilidad de capital viene a ser el factor clave. Ante una crisis económica crónica en todos los países de América Latina, el buen juicio del pequeño inversionista le dicta que debe arriesgar la menor cantidad posible de dinero, pues ni las condiciones macroeconómicas ni el mercado de consumo muestran estabilidad a largo plazo. La instalación de microempresas ha sido una práctica común para pequeños inversionistas en muchos países de Latinoamérica, e incluso en países como Taiwán, Singapur, etcétera.

Por lo tanto, se enfocará el estudio de ingeniería del proyecto hacia la instalación de una microempresa, haciendo énfasis en que el concepto que aquí se tomará como válido para *microempresa* es aquella unidad de producción que no es una empresa casera, pues al menos una de las operaciones del proceso productivo tiene un sistema automático de ejecución. En esta definición no cuenta el número de empleados, aunque es evidente que éstos serán pocos. En el apartado sobre optimización del proceso productivo se analizan otros factores técnicos, como el *equipo clave*, que condicionan directamente la capacidad instalada mínima que puede obtenerse. En la disponibilidad total de capital se incluyen todo tipo de préstamos monetarios que pudieran conseguirse.

LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA TECNOLOGÍA

Precisamente, respecto de limitantes de la capacidad instalada, el factor tecnológico es fundamental. En el caso de la elaboración de mermeladas, la tecnología es sencilla, aun cuando existen ciertas operaciones del proceso que requieren equipos que claramente hacen una distinción entre una empresa casera y una microempresa. Por ejemplo, el tipo de mermelada que se pretende elaborar puede hacerse en casa en cantidades de uno, dos o tal vez hasta 5 kilogramos, pero si se desea elaborar 500 kilogramos de mermelada al día en casa, durante cinco días a la semana, esto ya no sería posible. Para hacerlo, habría que automatizar ciertos procesos, y cuando esto ocurre, la producción pasa de ser una producción casera a una producción microindustrial. Cambia la inversión y la forma de llevar a cabo ciertas operaciones, lo que depende de la tecnología disponible en el mercado para realizar cada una de las operaciones que contiene el proceso productivo completo. La elección de cierta tecnología se debe considerar no tan sólo desde el punto de vista de ingeniería, sino también desde el punto de vista de los negocios.²³

²³ Hay que recordar que existen cinco tipos genéricos de procesos de manufactura que son por proyecto, por órdenes de trabajo, por lote, por línea y proyectos continuos. Para mayor detalle vea la parte teórica correspondiente.

LA CAPACIDAD INSTALADA Y LOS INSUMOS

Se ha dicho que la tecnología de elaboración de mermeladas es muy sencilla y esto hace que los insumos necesarios también sean fáciles de conseguir, tal como todas las materias primas, la mano de obra que no es muy calificada, etc. Por lo tanto, la disponibilidad de los insumos no limita la capacidad instalada.

■■■ Descripción del proceso productivo

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Los productos se transportan a la planta en embalajes adecuados que eviten su deterioro en cualquier sentido. El material se pesa al llegar a la planta para efectos de control de inventarios. Se efectúa una inspección visual de su calidad y de inmediato se pasa al almacén respectivo.

PESADO Y SELECCIÓN

Aquí se inicia propiamente el proceso productivo, ya que esté pesado se refiere a la cantidad que se procesará en un lote de producción. No se olvide considerar las mermas propias del proceso al pesar la cantidad inicial de materia prima para el lote. La selección se realiza en forma visual y manual, separando aquellos frutos que se observen aplastados, magullados, inmaduros o con mal olor, y haciendo pasar la materia prima por una banda continua.

LAVADO DE LA FRUTA

La fruta seleccionada se transporta por la misma banda, donde es asperjada con un chorro de agua a alta presión para eliminar la suciedad que pudiera permanecer en su superficie. La temperatura del agua es de 35°C y se asperja durante un minuto.

MONDADO

Al terminar esta aspersión, la fruta continúa por la misma banda para que otro obrero elimine el pedúnculo de la fruta; al final se hace pasar por un macerador mecánico para obtener pulpa. En este momento la fruta se encuentra lista para ser escalada, de forma que esta banda conduce directamente la fruta al tanque de escalde hasta que se acumula la cantidad necesaria para un lote de producción. El mondado no se interrumpe; cuando se ha llenado un tanque de escalde, inmediatamente se empieza a ocupar otro.

ESCALDADO

Consiste en la inmersión de la fruta en agua a una temperatura de 95°C por 20 minutos al nivel del mar. Se debe tomar en cuenta que en la ciudad de México el agua hierve a 92.5°C, de forma que el escalde deberá realizarse a 86-87°C. El escaldado es una operación necesaria que inactiva las enzimas de la fruta, ablanda el producto para que permita la penetración del edulcorante, elimina los gases intracelulares, fija y acentúa el color natural de la fruta, reduce en gran medida los microorganismos presentes, ayuda a desarrollar el sabor característico, favorece la retención de algunas vitaminas, principalmente la vitamina C, y reduce cambios indeseables en color y sabor. Una vez terminado el escalde se realiza la siguiente operación en el mismo tanque, para aprovechar el agua caliente.

Como dato adicional, si la fruta no se utiliza de inmediato, se puede conservar hasta por quince días a una temperatura de entre -0.5 y -1°C , si la humedad relativa es de 87%.

PREPARACIÓN DEL JARABE QUE CONTIENE LOS COMPONENTES ADICIONALES DE LA MERMELADA

Se extraen del almacén todas las sustancias necesarias para la elaboración de la mermelada, tales como conservadores, espesantes, etc. Se separa la proporción exacta para el lote que se procesará; como es poca cantidad, se transporta manualmente a un tanque de acero inoxidable para su disolución en agua. Se elabora una solución acuosa con todos estos componentes, que son pectina, ácido cítrico, benzoato de sodio y el edulcorante aspartame o sacarosa normal. Una vez hecha, se traslada al tanque de mezclado por medio de una tubería y una bomba.

MEZCLADO

En el mismo tanque del escaldado se vacían la solución acuosa con los componentes mencionados y la fruta. Se mueve con un agitador mecánico por cinco minutos hasta que la mezcla sea totalmente homogénea. De aquí pasa a un tanque de cocción por medio de tubería y una bomba.

COCCIÓN Y CONCENTRACIÓN

Del tanque de mezclado, la mixtura aún caliente se pasa por medio de una tubería y una bomba a una marmita, que es un tanque de acero inoxidable con doble chaqueta de vapor, cerrado, con un manómetro para el control de la presión en el que se aplica vacío para eliminar el agua de la mezcla. El objeto de este proceso es concentrar el compuesto hasta un contenido de sólidos solubles de 70°Brix.²⁴ Durante la concentración se evaporará el agua contenida en la fruta y los tejidos de la misma se ablandan. Este ablandamiento permite que la fruta absorba el azúcar (o cualquier edulcorante), el ácido y los otros componentes; durante el proceso se debe agitar la mezcla. La temperatura con vacío debe elevarse hasta 85°C. Este paso toma 20 minutos bajo condiciones estandarizadas de cantidad de producto, vacío y temperatura, para lograr la concentración de 70°Brix en la mezcla.

PREESTERILIZADO DE FRASCOS

Los frascos se sacan de las cajas de empaque y se colocan en una banda donde se asperjan con vapor de agua, no tanto para lavarlos porque son frascos nuevos, sino para preesterilizarlos con la alta temperatura del vapor. Por la misma banda siguen hasta llegar a la envasadora.

ENVASADO

La mezcla caliente se bombea hacia la llenadora y de ahí se envasa. Se debe dejar un espacio entre la tapa del frasco y el producto de, al menos, 5 milímetros. Los recipientes deben estar perfectamente limpios, aunque no es necesario que estén esterilizados. Los frascos se van acumulando hasta reunir una cantidad tal que se forme un lote de producción. Una vez reunido se pasa al siguiente proceso.

ESTERILIZACIÓN

La esterilización es un tratamiento térmico en el que intervienen la presión y la temperatura para dejar un producto completamente libre de bacterias. Un producto esterilizado tiene una vida de almacenamiento, en teoría, infinita; si se tuviera la certeza de que el producto se vendería y consumiría en el próximo mes, no habría necesidad de esto. Ante la incertidumbre de la fecha de venta y consumo es preferible esterilizarlo.

Una vez llenados y tapados los frascos a una temperatura elevada, se procede a introducirlos en un lote al esterilizador. Ahí deben alcanzar una temperatura de 120°C y una presión de 8 lb/pulg² durante 20 minutos. Bajo condiciones estandarizadas dada la cantidad de frascos, la temperatura a la que se introducen al esterilizador, el tiempo en que tardan en alcanzar la temperatura y la presión de esterilización, el proceso dura 55 minutos.

ENFRIADO

Una vez que el lote de frascos se puede sacar del esterilizador al bajar la presión, se traslada con un montacargas a un sitio de reposo, donde se enfrían por medio de un ventilador. El tiempo estimado para que esto ocurra es de 20 minutos por lote. Al enfriarse el frasco a la temperatura ambiente, producirá un vacío dentro del frasco.

ETIQUETADO, COLOCACIÓN EN CAJAS Y ENVÍO AL ALMACÉN

Una vez que los frascos salen del esterilizador se colocan manualmente en una banda que los conduce a una etiquetadora automática. Con el frasco lleno, tapado, esterilizado y etiquetado se introduce manualmente en cajas de cartón con capacidad de doce frascos. Se estiban cinco cajas y de ahí se transportan manualmente al almacén para dar por terminado el proceso productivo.

En la figura 3.19 se muestra el diagrama en bloques del proceso, y en la figura 3.20 el diagrama de flujo, que utiliza la simbología internacional de la ASME.²⁵

²⁴ Los grados Brix expresan la concentración de soluciones de sacarosa, equivalente al porcentaje del peso de la sacarosa en solución acuosa. Aunque se define a 20°C es necesario hacer el ajuste por temperatura.

²⁵ ASME, American Association of Mechanical Engineering (Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos).

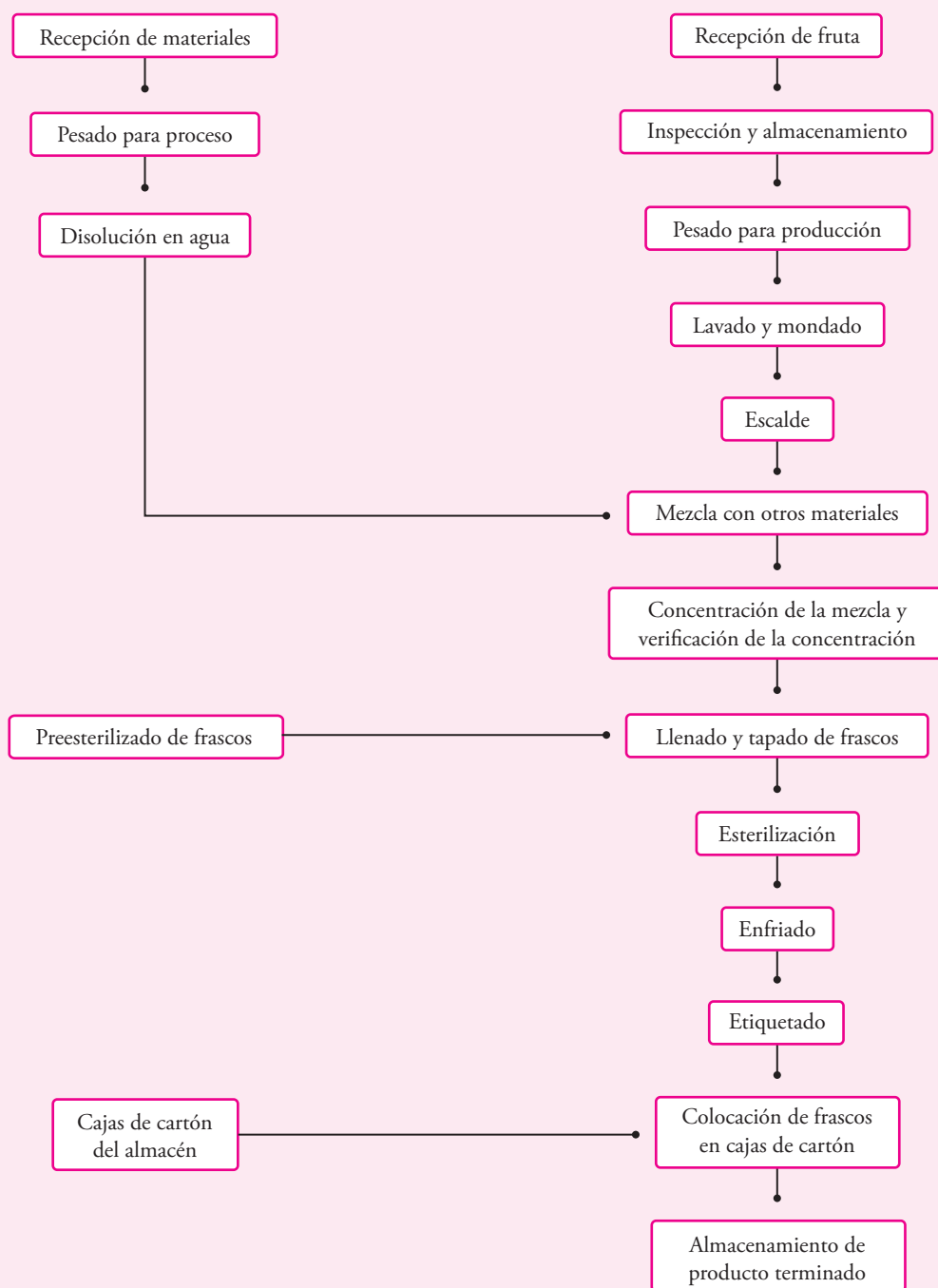


Figura 3.19 Diagrama de bloques del proceso.

Optimización del proceso productivo y de la capacidad de producción de la planta

Los insumos necesarios para el proceso no sólo son las materias primas sino, además, los equipos, la mano de obra, los servicios como la energía eléctrica, y otros, necesarios para poder elaborar la mermelada de fresa. El primer objetivo es investigar si todo lo que se necesita se encuentra disponible en el mercado. En este caso el proceso de producción es muy sencillo, con materias primas disponibles todo el año en las cantidades que se requieren y de buena calidad, las cuales son:

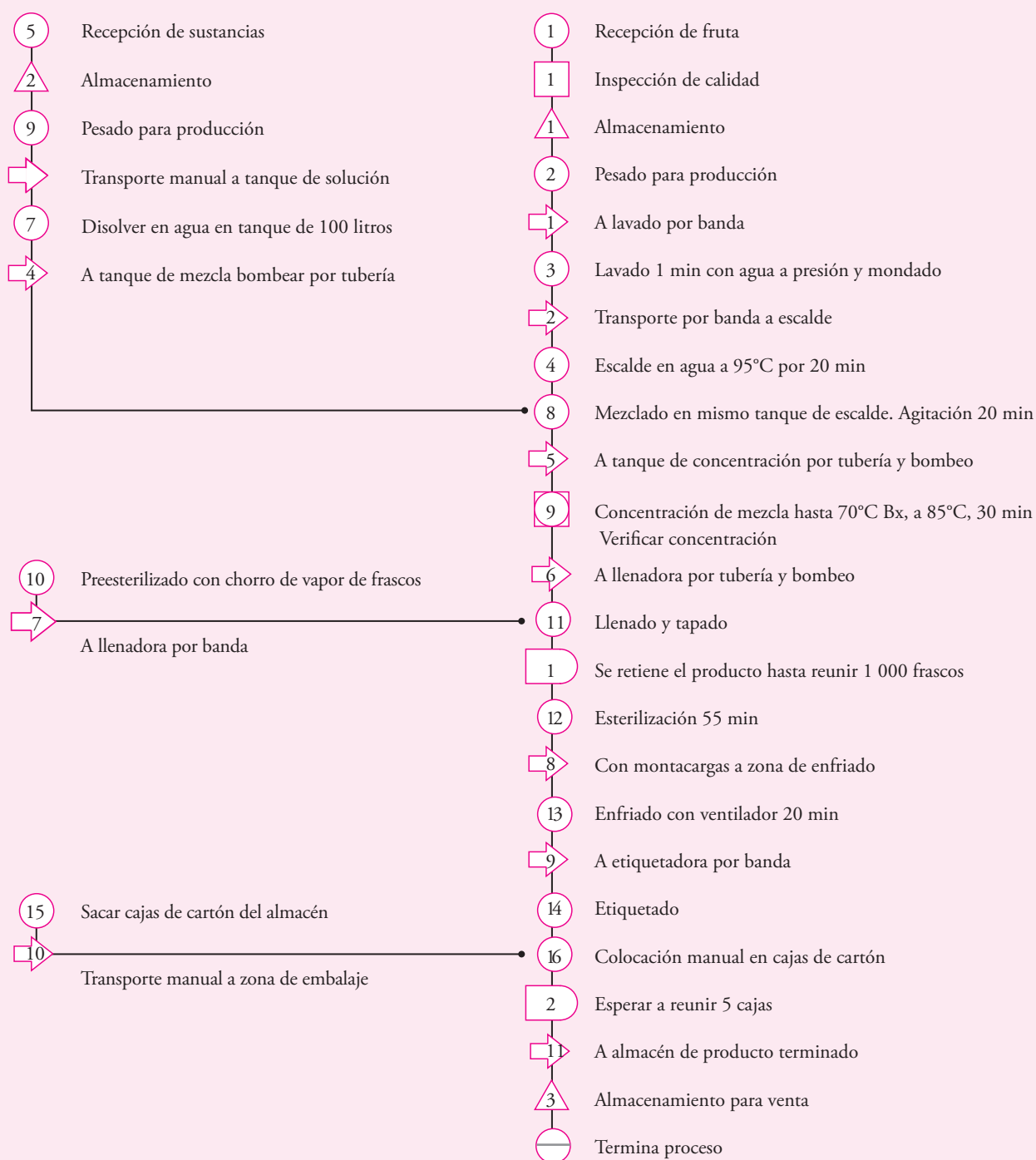


Figura 3.20 Diagrama de flujo de proceso.

- fresa
- pectina de bajo metoxilo
- ácido cítrico
- benzoato de sodio
- cloruro de calcio
- azúcar
- aspartame

Fuera de la fresa, que es la principal materia prima y que se puede conseguir en la central de abastos de cualquier ciudad e incluso es posible conseguir una entrega directa de productores si es que se compra periódicamente una cantidad considerable, y del azúcar, que también existen distribuidores autorizados en cualquier ciudad, los demás materiales se pueden conseguir con los siguientes proveedores:

- Dermet de México.
- Grupo Provequim.
- Compañía Universal de Industrias.
- Productos Básicos FENS.
- Helm de México.
- Proveedor Internacional de Químicos.

Por otro lado, ya se conocen todas las operaciones que se deben realizar para lograr la transformación de la materia prima en producto terminado, para lo cual se requiere de diferentes equipos, disponibles en el mercado en distintas capacidades; los promotores del proyecto desean invertir la menor cantidad de dinero en la instalación de la planta, de forma que habrá que buscar aquellos equipos que ayuden a automatizar las funciones de la planta, pero que tengan la menor capacidad; por ejemplo, el caso de las esterilizadoras, que se encuentran disponibles de muchos tipos y capacidades, sin embargo, habrá una que tenga la menor capacidad. Lo mismo ocurre con la llenadora y etiquetadora.

Tabla 3.8

Equipos de capacidad estandarizada	Equipos fabricantes según necesidades
Esterilizador	Tanques de acero inoxidable (AI)
Llenadora	Tanques enchateados de AI
Etiquetadora	Tuberías
Caldera	Bombas
Montacargas	Bandas
	Lavadoras de aspersión

Existen los llamados equipos clave que darán la pauta para determinar el tamaño óptimo. Son aquellos equipos que son costosos y no se fabrican en las capacidades que se requiere, sino que se venden en capacidades estandarizadas; por ejemplo, no es posible construir una etiquetadora con capacidad de quince etiquetas por minuto, en tanto que hay muchos equipos industriales que se construyen de acuerdo con las necesidades del usuario, básicamente los tanques de acero inoxidable. En el proceso de producción de mermeladas los equipos se muestran en la tabla 3.8.

Para iniciar la optimización de la planta, se debe partir del hecho de que sólo se va a envasar mermelada de fresa normal (95% de la producción) y mermelada para diabéticos (5% de la producción) en frascos de 500 gramos, de forma que deberán investigarse las capacidades mínimas disponibles en el mercado de los equipos clave, que son la esterilizadora, la envasadora y la etiquetadora. Los otros equipos requeridos en el proyecto se pueden fabricar en la capacidad que solicite el usuario. Sobre la caldera es preferible comprar una de capacidad muy sobrada para posteriores ampliaciones; y aunque podría hacerse lo mismo con la esterilizadora y etiquetadora, hay que recordar que es preferible fabricar en lotes pequeños, ya que esta práctica otorga gran flexibilidad al proceso de producción.

Tabla 3.9

Equipo clave	Capacidad disponible
Llenadora	1 500 frascos de 500 g/h
Esterilizadora	1 metro cúbico (o múltiplos de metro cúbico)
Etiquetadora	1 500 frascos de 500 g/h

Las capacidades de los *equipos clave* que se encontraron en el mercado se muestran en la tabla 3.9.

Con este dato se procede a calcular la capacidad mínima de producción que tendrá la planta productiva. Una característica importante del proceso es que la producción se elabora mediante lotes de producción. Esto se observa en el hecho de que dentro del proceso existen tres tanques de procesamiento, dos de mezcla, uno de evaporación, lo cual significa que se debe reunir la cantidad necesaria de materia prima para llenar cada uno de los tanques, y una vez llenos se realiza la siguiente operación; lo mismo sucede con la esterilización, en la cual se debe llenar el espacio disponible que ésta tiene para echarla a andar, a diferencia de la lavadora, la llenadora (envasadora) y la etiquetadora, que pueden funcionar ininterrumpidamente por horas, si se les alimenta de forma permanente, pero son procesos de producción continuos en el sentido de que pueden trabajar día y noche por días sin interrupción.

La regla es que el equipo más costoso se debe utilizar el mayor tiempo posible, los equipos clave en este caso. Como la llenadora y etiquetadora son procesos continuos, el único equipo que queda para tomarlo como base de cálculo es la esterilizadora. La capacidad de esta máquina es de 1 m³ y se procesarán lotes en una cantidad tal que cada vez que se utilice se encuentre llena a su máxima capacidad, pues precisamente se trata de utilizarla en su totalidad.

Puesto que sólo se van a procesar frascos de mermelada de 500 gramos cada uno, el volumen unitario de cada frasco es de aproximadamente 10 cm³, y considerando el espacio de las estibas, si la capacidad de la esterilizadora es de 1 m³, entonces los lotes de procesamiento serían de 1 000 frascos por lote. Si cada frasco es de 500 gramos, cada lote de producción equivale a procesar 500 kilogramos por lote; por lo tanto, el resto del proceso y la capacidad de los equipos debe estar supeditado a procesar 500 kilogramos por lote. Esto lleva a que, hipotéticamente, se utilice la esterilizadora casi al 100% de su capacidad y con base en esto se medirá la utilización de la capacidad del resto de los equipos.

■ ■ ■ Selección de maquinaria

Para la investigación de las capacidades de los diferentes equipos que intervienen en el proceso se consultaron varios proveedores. Éstos se muestran en la tabla 3.10.

En la tabla 3.11 se menciona el equipo necesario para el proceso y las actividades a realizar; son las que se mostraron de forma secuencial en el diagrama de flujo del proceso, de modo que para una mejor comprensión de la tabla 3.11, deberá referirse al diagrama mencionado.

Cuando aparecen actividades juntas, por ejemplo 9 y 1, 3 y 10, etc., significa que la misma persona las va a realizar, porque es la misma actividad y en el mismo sitio. En la tabla 3.12 se resumen las necesidades de equipo, una vez que la tabla 3.11 mostró la necesidad de cada máquina.

Todo el acero inoxidable que se utiliza es AI 304 y las bandas transportadoras son ligeramente distintas en materiales. Hay bandas para transportar fruta sucia y entera para ser lavada, bandas para transportar frascos vacíos por un túnel de vapor, bandas para transportar frascos llenos y tapados, etc. Lo que varía es el material del que están hechas, pero las dimensiones y el motor que utilizan es el mismo y sus características están anotadas en la tabla 3.12.

Tabla 3.10

Núm.	Proveedor	Dirección
1	Maquinaria Jerza, S.A. de C.V.	Autopista México-Qro. 3069-B, Tlalnepantla, Edo. de Méx.
2	MAPISA Intl, S.A. de C.V.	Eje 5 Ote. núm. 424, Col. Agrícola Oriental, Iztapalapa, D.F.
3	Casa de la Báscula, S.A. de C.V.	Eje 5 Ote. núm. 52, Col. Central de Abastos, Iztapalapa, D.F.
4	AVAMEX Ingeniería, S.A. de C.V.	Othón de Mendizábal núm. 474, Col. Industrial Vallejo, D.F.
5	SIELING de México, S.A. de C.V.	Autopista México-Qro. 1450, Tlalnepantla, Edo. de Méx.

Tabla 3.11

Actividad	Descripción de actividad	Equipo necesario
1 y 9	Recepción de fruta y otras materias primas	Báscula de 1.5 toneladas
2	Inspección de materias primas	Ninguno
3 y 10	Almacenar	Montacargas de 1 tonelada
4, 11 y 29	Pesar para producción y colocar en bandas	Báscula de 0.5 tonelada
5	Transportar en banda	Banda transportadora de 3 metros
6	Lavado con agua a presión y mondado	Lavadora de banda con chorros de agua a presión
7	Transportar por banda a tanque de escalde	Banda transportadora de 3 metros
8	Escaldado	Tanque de acero inoxidable (AI) de 800 litros con chaqueta de vapor
12	Llevar manualmente materias primas a tanque	Ninguno
13	Disolver materias primas en tanque	Tanque de AI de 400 litros con agitador de AI de propelas en tanque
14	A tanque de mezcla	Tubería de AI de 2 metros de largo de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
15	Mezclar frutas y materias primas disueltas	Ninguno, se efectúa en el mismo tanque
16	A tanque de concentración	Tubería de AI de 2 metros de largo, de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
17	Concentrar mermelada a 70°Brix	Tanque de AI de 800 litros, enchaquetado y cerrado con medidores de presión y temperatura
18	A llenadora por bombeo	Tubería de AI de 3 metros de largo, de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
19 y 28	Colocar en banda frascos para preesterilización y llevar cajas de cartón a zona de embalaje	10 metros de banda transportadora, desde el almacén hasta preesterilizador
20	Transportar frascos a llenadora por banda	Banda transportadora de 2 metros
21	Llenado	Llenadora automática de 25 frascos/minuto
21b	Tapado	Tapadora automática de 25 frascos/minuto
22	Estibar 1 000 frascos en 1 m ³	Estibas de AI para 1 000 frascos
23	Esterilización	Esterilizadora de 1 m ³ de capacidad
24	Pasar frascos estibados a zona de enfriado	Montacargas de 1 tonelada
25	Enfriado	Ventilador de 1 metro de diámetro
26	Colocar frascos en banda para etiquetado	Ninguno
27	Etiquetado	Etiquetadora automática de 25 etiquetas/minuto
30	Colocar en cajas de cartón los frascos y estibar cinco cajas	Ninguno
31	Transportar en diablo estibas de cinco cajas a almacén	Transportador móvil manual (diablo)
32	Almacenar	Ninguno
33	Controlar entrada o salida de flujo de tanques	11 válvulas de paso de AI de 2 pulgadas de diámetro
34	Proporcionar vapor y agua caliente para el proceso	Caldera de 15 HP

Tabla 3.12

Equipo	Características	Tamaño físico	Cantidad
Báscula marca Baunken	1.5 toneladas	1.5 × 2 m	1
Báscula marca Oken Torino	0.5 tonelada	0.5 × 4 m	1
Banda transportadora	Motor giratorio de 0.5 HP 220 V	0.5 × 1.5 m	1 tramo de 4 m, uno de 6 m y 3 de 1 m
Montacargas marca Remex	1 tonelada	1.2 × 2 × 2 m	1
Tanque de AI con agitador marca Jerza	400 litros, con motor de 1 HP	1 × 1 × 1.5 m	1
Tanque de AI enchaquetado con agitador, marca Jerza	800 litros, con motor de 2 HP	1.5 × 1.5 × 1.7 m	3
Tanque de AI enchaquetado, cerrado, con medidores de presión y bomba de vacío marca Jerza	800 litros	1.5 × 1.5 × 1.7 m	2
Lavadora de agua a presión con bomba de 5 HP marca Mapisa	10 aspersores, hasta 0.5 ton/h, 3 motores de 3 HP	0.8 × 3 × 1.6 m	1
Tapadora marca Mapisa	25 frascos/min, 3 motores de 0.75 HP	1.2 × 2.4 × 1.7 m	1
Preesterilizadora de vapor tipo túnel, marca Mapisa	5 aspersores de vapor, 2 motores 1 HP, 220 V	0.5 × 3 × 1.2 m	1
Ventilador	1 metro de diámetro, 1 motor de 1 HP	0.5 × 1.5 × 1.5 m	1
Tubería de AI	2 pulgadas de diámetro, AI 304	Requiere de 12 válvulas	De 14 a 15 m totales
Bomba de AI	3 HP		3
Purificador de agua de carbón activado	1 motor de 2 HP	1 m ²	1
Caldera SELMEC	15 HP. Motor de 3 HP	2 × 4 × 2 m	1
Esterilizadora marca Jerza	1 m ³ , 220 V. Consumo 5 w/h	2 × 2.5 × 2 m	1
Etiquetadora marca Pordevin	25 etiquetas/minuto. Motor de 1 HP	1 × 3 × 2.5 m	1
Envasadora marca Mapisa	25 frascos/minuto, motor 0.75 HP	1.4 × 3.1 × 2 m	1

BALANCE DE MATERIA PRIMA

Cuando en un proceso se tiene una mezcla de sólidos y líquidos, como en la elaboración de mermeladas, lo mejor es expresar las cantidades en kg, haciendo alusión a la densidad de la mezcla, lo cual elimina el problema de decir cuánto volumen ocupa un kg de azúcar. En el caso de la elaboración de mermeladas, se identificaron cuatro subprocesos en donde cambia el balance de materia prima, por lo cual es necesario analizarlos por separado. Siempre que se agregó agua como parte del producto, se consideró que ésta tiene una densidad de 1 kg/L, lo cual estrictamente hablando sólo es cierto a 20°C. El balance de materia separado en cuatro subprocesos, en la elaboración de mermeladas es el siguiente:

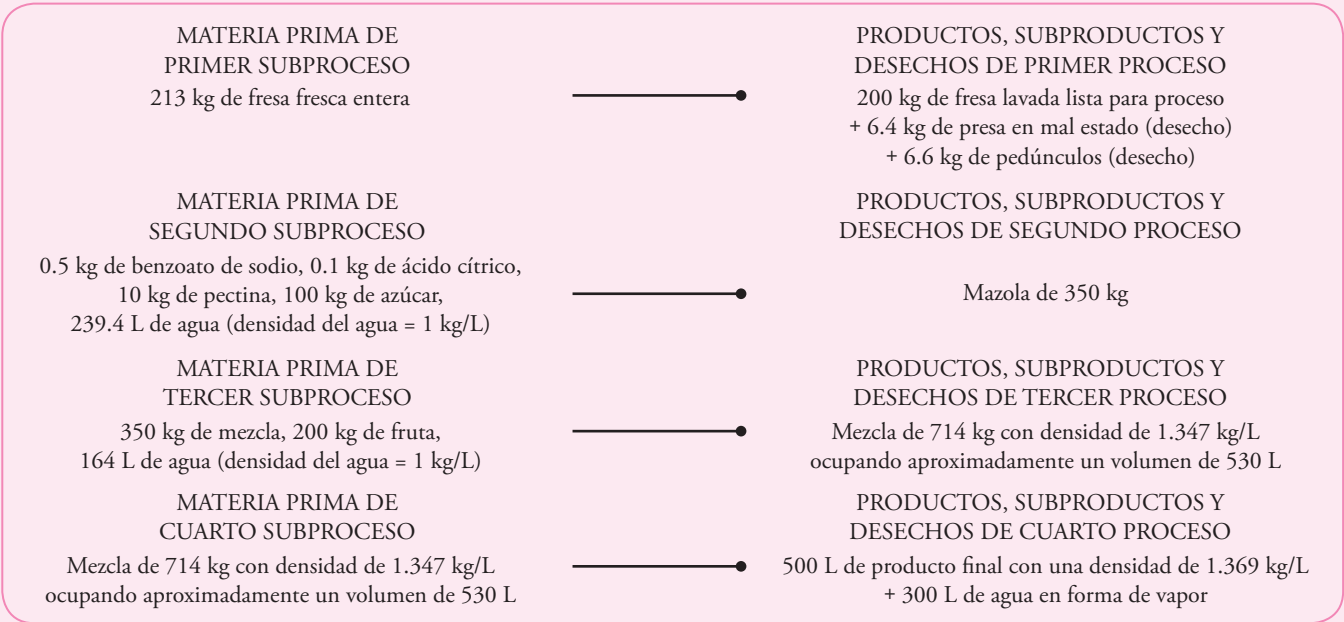


Figura 3.21 Balance de materia prima.

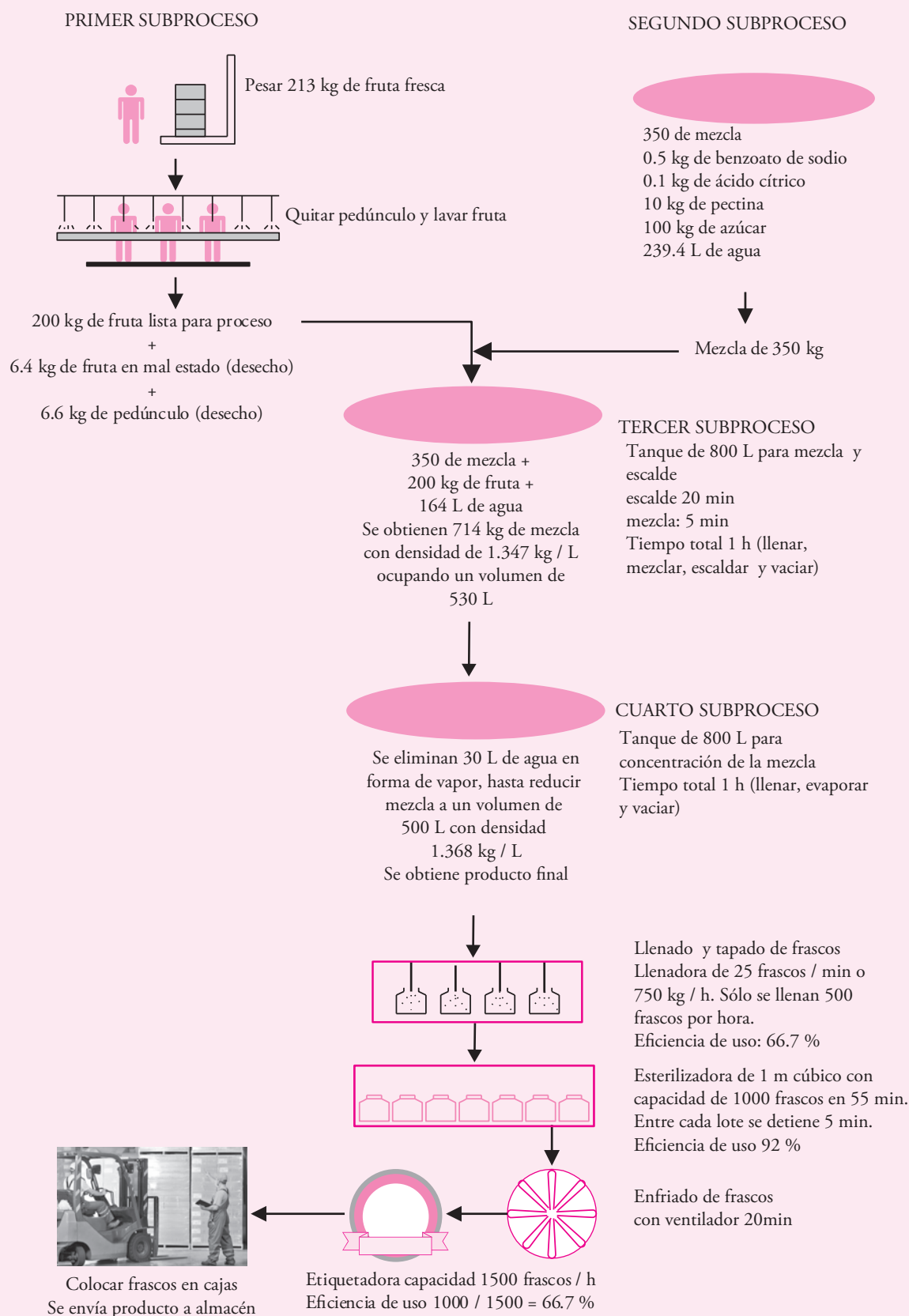


Figura 3.22 Balance de materia prima en los cuatro subprocesos y capacidades de los equipos utilizados para preparar un lote de 500 kg de producto.

En la figura 3.23 se muestra la distribución del equipo en el área de producción, una vez que se ha determinado la cantidad exacta de equipo que se requiere. El recorrido del material tiene forma de U; el proceso inicia en el almacén de materia prima, donde se encuentran las básculas, y termina en el almacén de producto terminado. El espacio libre que se observa entre la etiquetadora y los tanques es suficiente para que maniobre el montacargas en las zonas de estiba y enfriamiento.

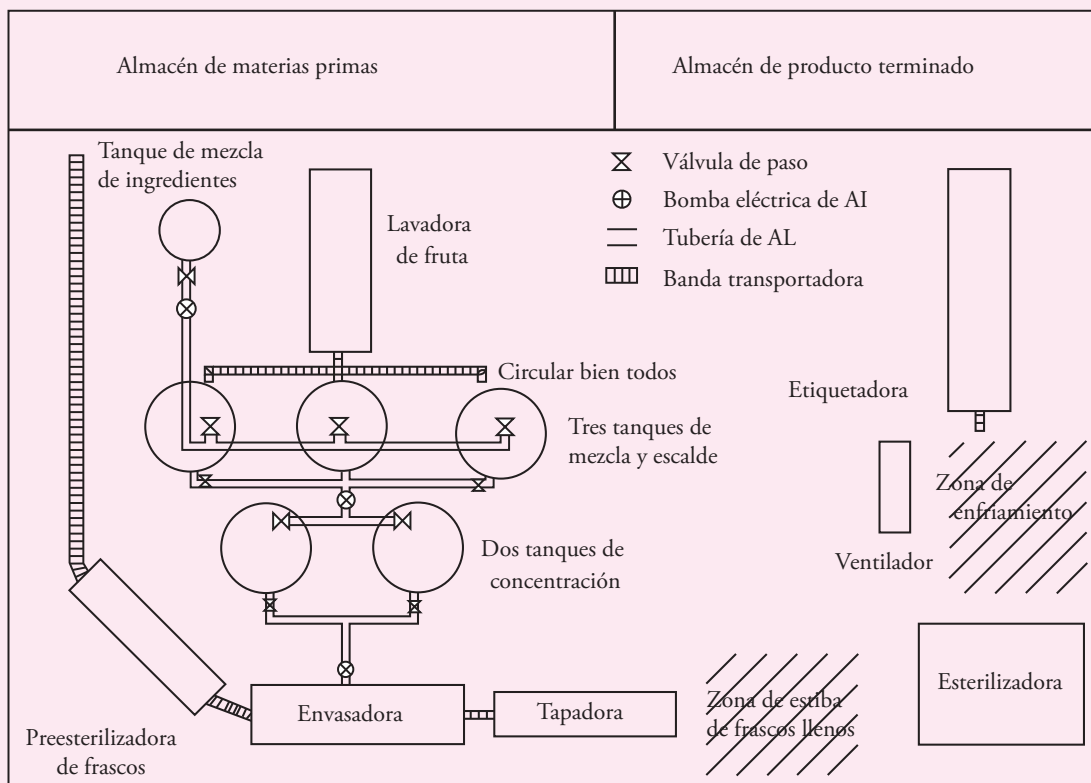


Figura 3.23 Distribución del equipo en el área de producción.

■■■ Cálculo de la mano de obra necesaria

Dadas las mismas actividades que en la tabla de selección del equipo, la cual se refiere al diagrama de flujo del proceso en la figura 3.20, ahora se determinan los tiempos de cada actividad y se calculan las necesidades de mano de obra. Inicialmente los tiempos se toman a partir del procesamiento de un lote de producción de 500 kilogramos (1 000 frascos de mermelada), luego se proyecta producir siete lotes diarios en un turno de ocho horas; por lo tanto, el cálculo de la mano de obra por día resulta de multiplicar la mano de obra por siete. En la tabla 3.13, cuando se dice que la mano de obra por día (M de O por día) es uno, significa que se requiere de un trabajador las ocho horas del turno; por ejemplo, un solo trabajador deberá atender el almacén de materias primas y su trabajo serán las actividades 1, 9, 2, 3 y 10.

La forma de calcular la mano de obra necesaria a partir de la tabla 3.13, consiste en lo siguiente: por ejemplo, para el primer renglón de la tabla, dice actividades 1 y 9, que consisten en pesar toda la materia prima necesaria, incluyendo fruta. Se reciben 3 toneladas de fruta cada tercer día y 1.5 toneladas de materia prima cada cuatro días, y se dispone de una báscula de 1.5 toneladas. Se ha calculado que con todas las actividades que implican bajar la fruta y la materia prima del transporte, pesarlas y transportarlas al almacén se consumen en promedio 2 horas al día, lo cual en la última columna se transforma en 2 horas/día. Esto significa que cada vez que se recibe fruta o materia prima, se consumen 3 horas, pero esta actividad no se hace diariamente, ya que la fruta se recibe cada tercer día y la materia prima cada cuatro días, es decir, 3 recepciones de fruta y dos de materia prima en una semana hacen 5 recepciones en total, una diaria en promedio. Para las siguientes semanas este promedio varía, precisamente por tener recepciones cada tres y cada cuatro días, pero el promedio general se mantiene.

Tabla 3.13

Actividad	Descripción y tiempo de operación	Equipo utilizado	Capacidad del equipo	Mano de obra utilizada	Frecuencia por turno	Tiempo min total/turno
1 y 9	Recepción de fruta y otras materias primas (MP)	Báscula	1.5 ton	75 min	Una vez	75 min
2	Inspección visual de calidad de MP, 45 min	Ninguno	—	20 min	Una vez	20 min
3 y 10	Almacenar y clasificar materias primas, 2 h	Ninguno	—	15 min	7 lotes	105 min
4, 1 y 29	Pesar 213 kg/lote de MP para producción y colocar en banda, 40 min	Báscula	0.5 ton	5 min	7 lotes	35 min
5	Transporte en banda	Banda	—	Automático	Continua	—
6	Lavado con agua a presión y mondado de fruta	Lavadora con 5 obreros 0.75 kg/obrero/min	0.5 ton/h Mondado manual	384 min	Continua, 5 obreros	1 920 min
7	Transporte por banda a tanque de escaldado	Banda continua	—	Automático	Continua	—
8	Escaldado	Tanque de escaldado, 20 min	800 L	Automático	7 lotes	—
12	Llevar manualmente MP a tanque, 100 kg azúcar y otras MP, 20 min	Manual	—	5 min	7 lotes	35 min
13	Vaciar y disolver MP en tanque, 5 min	Tanque con agitador	400 L	5 min	7 lotes	35 min
14	Transporte de 350 L de tanque de mezcla a tanque de escalde con bomba, 10 min	Bomba eléctrica	1HP	Automático	7 lotes	—
15	Mezclar con agitador fruta y MP disueltas, 10 min	Agitador eléctrico	—	Automático	7 lotes	—
16	Transporte de 800 L por bombeo de mezcla a tanque de concentración, 10 min	Bomba eléctrica	1HP	Automático	7 lotes	—
17	Concentrar mermelada a 70° Brix, 30 min	Tanque de concentración	800 L	Automático	7 lotes	—
18	Transporte de mermelada a llenadora por bombeo	Bomba eléctrica	1HP	Automático	—	—
19	Preesterilizar 7000 frascos/día y colocar en banda, 1 h/lote	Preesterilizador continuo	Continuo	384 min	Continua	384 min
	Llevar cajas de cartón de almacén a envasadora frascos	Manual	—		Continua	192 min
	Colocación y transporte de frascos a llenadora por banda	Banda	—	2 min, 1 obrero	Continua	192 min
	Llenado de frascos	Llenadora	1 500 frascos/h		Automático	—
	Tapado de frascos	Tapadora	1 500 frascos/h		Automático	—
	Estiba de 1 000 frascos en 1 m ³ , 40 min	Montacargas	1 ton	40 min		280 min
	Esterilización, 55 min	Esterilizadora	1 m ³	—		—
	Transporte de estiba de frascos a zona de enfriado, 10 min	Montacargas	1 ton	10 min		70 min
	Enfriado por ventilador, 20 min	Ventilador	—	Automático		—
	Colocación de frascos en banda para etiquetar, 45 min por 1 000 frascos	Manual	—	384 min		384 min
	Etiquetado	Etiquetadora	25 frascos/min	Automático		—
	Colocar 1000 frascos en cajas de embalaje y estibar 83 cajas/h	Manual	—	384 min		384 min
	Transportar manualmente a almacén, y lotes en 6.4 h	Manual	—	384 min		384 min
	Almacenar	—	—	10 min	7 lotes	70 min
					TOTAL	4 565 min

Si se suma la cantidad de obreros, resulta que se requieren 13.55, es decir, 14 empleados de mano de obra directa para producir 3.5 toneladas de mermelada por día de trabajo, con una jornada de ocho horas con una hora de comida. La determinación de tiempos requeridos para cada operación se realizó con base en tiempos predeterminados obtenidos en empresas similares en funcionamiento, pero esos estudios no se muestran aquí.²⁶

BALANCE DE MANO DE OBRA

De los 4 565 min necesarios de mano de obra se obtiene que, como un obrero tiene disponible 384 min de trabajo efectivo por turno de 8 h (sólo aprovecha 80% del tiempo total), entonces se requieren:

$$\frac{4\,565 \text{ min}}{384 \text{ min}} = 11.88 \text{ obreros}$$

Es decir, 12 obreros. Sin embargo, esta determinación no considera vacaciones, ni faltas injustificadas o ausentismo por enfermedad, por lo que se decide contratar 14 obreros, los cuales tendrían un porcentaje de aprovechamiento de:

Minutos disponibles de 14 obreros: $14 \times 384 = 5\,376 \text{ min}$

Minutos necesarios por turno, elaborando 7 lotes de producto = 4 565 min

$$\frac{4\,565 \text{ min}}{5\,376 \text{ min}} \times 100 = 84.9\%$$

Esto significa que los obreros van a trabajar el 84.9% del 80% del tiempo total disponible.

El número total de obreros directos en producción es de 14, en el supuesto de que trabajarán a 80% de su capacidad, lo cual es lo más recomendable. Algunas operaciones como el mondado de la fruta, trasladar frascos a una banda o empacarlos, son operaciones repetitivas, tediosas y físicamente agotadoras. Se recomienda rotación de puestos durante una jornada de trabajo, y que no exista personal especializado en una operación única para que todos puedan ser cambiados de función durante la jornada diaria. Este tipo de determinaciones lleva al concepto japonés de que es mejor para cualquier planta productiva que todos los obreros, y aun los supervisores, hayan aprendido a realizar todos los trabajos que se ejecutan, así cuando haya ausentismo por cualquier causa, la producción no se vea afectada sólo porque faltó personal de determinado puesto que es un especialista.

Trabajando en promedio 300 días por año, la capacidad de producción obtenida, con base en la optimización en el uso de los equipos clave, es de 1 050 toneladas anuales, que viene a ser 11.8% de la demanda potencial insatisfecha para el primer año de operación, bajo un escenario optimista y de 15.39% de la demanda potencial bajo un escenario pesimista. Observe también que con sólo aumentar turnos de trabajo se puede triplicar la producción sin inversión adicional en activo fijo.

Justificación de la cantidad de equipo comprado

Se propone que se adquieran tres tanques de escalde y mezcla, y dos tanques de concentración. La justificación para estas adquisiciones se muestra en la figura 3.24. En ella se han diagramado, contra el tiempo, todas las actividades de tres lotes de producción con los tanques mencionados. El diagrama empieza con el lavado y mondado de la fruta cuando ésta ya ha sido pesada. Es evidente que el primer tanque de escalde se empieza a ocupar desde el momento en que hay fruta lavada y mondada que pasa directamente al tanque de escalde por una banda transportadora.

El primer tanque de escalde estará ocupado desde la hora uno, hasta que se haya hecho el escalde, mezclado con las otras materias primas y se haya terminado de vaciar la mezcla hacia el tanque de concentración, y estas operaciones tomarán aproximadamente dos horas con 40 minutos; será posible disponer de este tanque hasta que haya sido completamente vaciado. Se observa en el diagrama que alrededor de la hora con 45 minutos, el lavado y mondado de la fruta ya habrá completado los 225 kilogramos de fruta que se requieren para el primer lote, y desde luego, continuará generando fruta lavada y mondada para el siguiente lote, misma que deberá vaciarse de inmediato en otro tanque para volver a repetir el mismo ciclo.

²⁶ La determinación de los tiempos de cada operación se puede realizar con base en tiempos predeterminados conocidos también como estudio de tiempos y movimientos.

En la figura 3.24 se observa que tal vez no sea necesario comprar un tercer tanque de escalde, puesto que para empezar a procesar el tercer lote de producción, lo cual inicia cerca de las tres horas con cinco minutos de iniciado el turno de trabajo, el primer tanque ya tendría al menos unos diez minutos de haber sido vaciado. Sin embargo, pensando en los contratiempos normales que pueden presentarse durante una jornada de trabajo, se propone la compra del tercer tanque de escalde. Todo esto es claro en la primera zona en color del diagrama.

El mismo análisis se efectúa para el tanque de concentración. El primero de ellos se utiliza a partir de las dos horas con quince minutos y termina de utilizarse a las tres horas con cincuenta minutos, en tanto que es necesario tener el segundo tanque de concentración disponible desde las tres horas con veinticinco y terminará de utilizarse a las tres horas con cincuenta y cinco minutos, siempre tomando como tiempo de referencia la hora de inicio del turno, es decir, la escala de la extrema izquierda. Observe cómo el tanque de concentración para el tercer lote se requiere a las cuatro horas con veinte minutos de haber iniciado el turno, en tanto que el tanque de la primera corrida ya se habría desocupado desde las tres horas con cincuenta y cinco minutos. Por esto sólo se requieren dos tanques de concentración.

Respecto a la envasadora, tapadora y etiquetadora, recuerde que sus capacidades están sobradas y son procesos continuos, por lo que no se tiene problema con ellas en el sentido de que se conviertan en cuellos de botella. Respecto a la esterilizadora, su capacidad es de 1 000 frascos cada 55 minutos (500

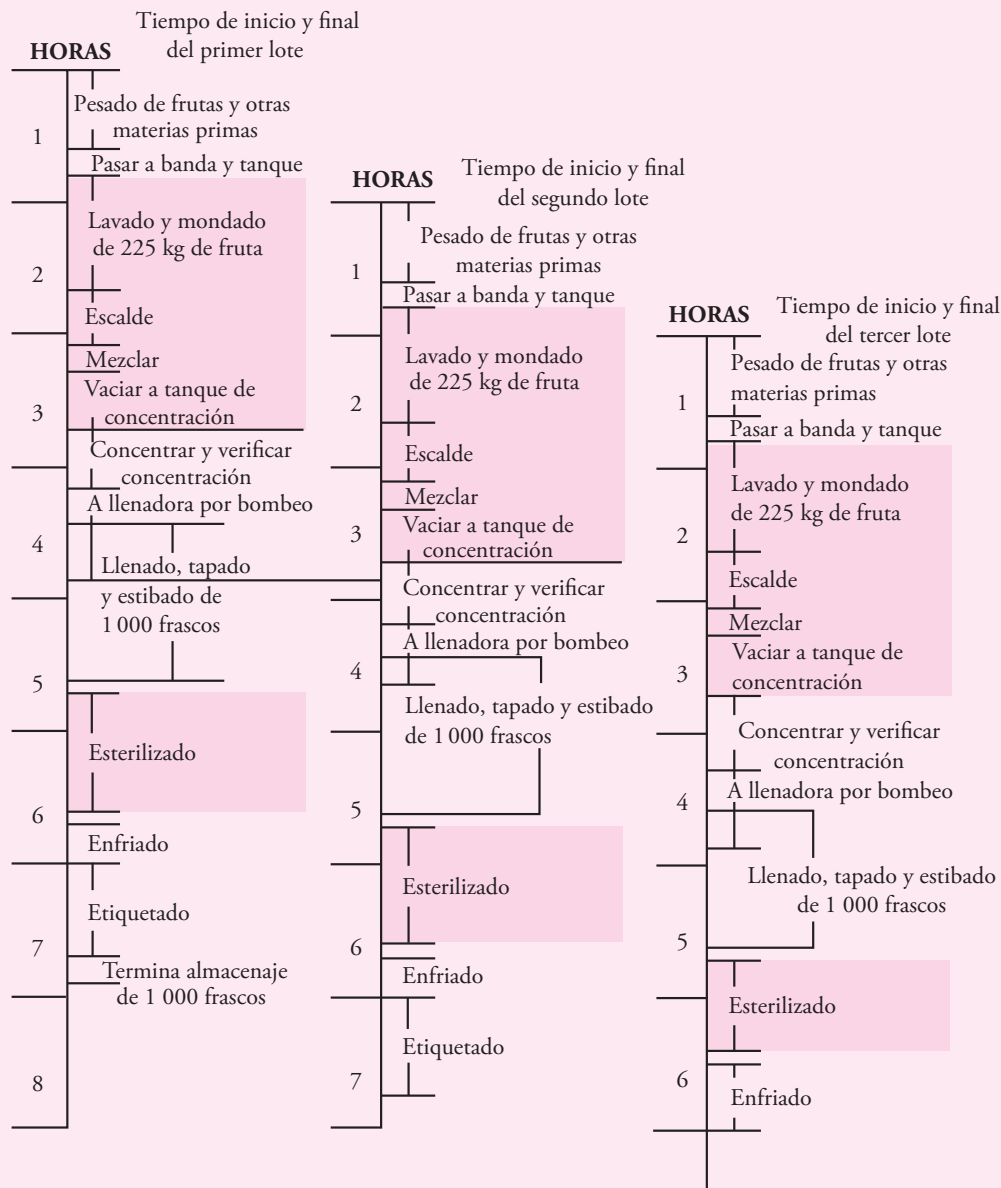


Figura 3.24
Justificación de la
cantidad de equipo.

kg/55 min) y esto es suficiente. Observe cómo cuando termina la esterilización del primer lote todavía faltan unos 10 minutos para que estén listos los 1 000 frascos del segundo lote y lo mismo sucede para los lotes sucesivos. Esto se muestra en la segunda zona en color del diagrama. Se había calculado una utilización de 92% de la esterilizadora y en el diagrama puede notarse cómo es el único que se utiliza continuamente, lo cual es lo que se busca, ya que es el equipo más costoso.

Todas estas conclusiones se realizan fácilmente trazando líneas horizontales sobre las escalas de tiempo del diagrama y observando los tiempos en que se inicia cada una de las operaciones de los diferentes lotes.

Tanto envasadoras, esterilizadora, etiquetadora, etc., no estarán ociosos hasta que se procese todo el lote. En la figura 3.24 se observa que la llenadora se empieza a utilizar hasta las tres horas con treinta minutos de iniciado el turno de trabajo y la esterilizadora se utiliza hasta las cuatro horas con 45 minutos; esto se evita fácilmente teniendo producto en proceso, por ejemplo, si al inicio de cada día laboral ya existe mermelada preparada a la concentración adecuada, estará lista para envasarse; si ya existe un lote de frascos envasados, se colocarán de inmediato en la esterilizadora; si ya existen frascos esterilizados desde el inicio del turno entrarán a la etiquetadora. Que esto se realice correctamente, es decir, que no existan equipos ociosos durante el turno de trabajo, depende de que se programe adecuadamente la producción.

La misma figura muestra también esta situación, pues se podrá observar en el procesamiento del tercer lote cómo las ocho horas del turno de trabajo, dejarían un lote de 1 000 frascos esterilizados y listos para ser etiquetados al iniciar el trabajo del siguiente día.

La línea de tiempo de la extrema izquierda es el turno de trabajo de ocho horas y es sobre esta escala que se realizan todas las mediciones. Si se quisiera utilizar este tipo de diagramas para programar toda la producción, se tendrían que trazar siete escalas de tiempo verticales, una por cada lote. En ese diagrama sería fácil observar en qué proceso de producción se interrumpió cierto lote y cuál sería el primer proceso que se aplicaría a ese lote al día siguiente. Por ejemplo, en la figura 3.24 se muestra que el tercer lote, que es la escala de tiempo de la extrema derecha, se debe interrumpir en el enfriado, pues ahí terminan las ocho horas del turno; para ese tercer lote, el primer proceso del día siguiente es el etiquetado. Hay que tomar en cuenta que para una buena programación de la producción, no es necesario que los catorce obreros entren y salgan a la misma hora. Las entradas y salidas deben adaptarse a las necesidades y tipo de proceso que deba iniciarse sobre determinados lotes para el siguiente día de producción.

■■■ Pruebas de control de calidad

En la actualidad el control de calidad de cualquier producto es necesario para la supervivencia del mismo en el mercado. El producto bajo estudio es un alimento, por lo que las pruebas de calidad que se le deban practicar están contenidas en los reglamentos que sobre alimentos procesados se encuentran en la Secretaría de Salud y se muestran en la tabla 3.14.

De las necesidades anteriores parece claro que no es necesario instalar un laboratorio de control de calidad en la propia empresa por dos razones: la primera es que se tendría que hacer una inversión adicional en equipo de laboratorio, construir el laboratorio y contratar personal especializado. Segundo, el tipo de pruebas que se requiere realizar a diario, prueba de vacío y peso neto del producto, no requieren instrumental ni preparación especial, ya que casi cualquier tipo de personal de producción puede realizarlas, por su sencillez. Para las pruebas microbiológicas y de proteínas se podrá acudir a un laboratorio comercial, dado que la exigencia de la frecuencia de las pruebas es muy baja y de ninguna manera justifica la instalación de uno propio.

Tabla 3.14

Tipo de prueba	Equipo requerido	Frecuencia de la prueba
Microbiológica. Se debe verificar la completa ausencia de todo tipo de bacterias	Contador automático del número más probable de bacterias o equipos manuales que tengan el mismo fin	Al menos una vez por semana
Prueba de vacío en el producto	Medidor de vacío en recipientes herméticos	Diaria
Peso	Báscula	Al menos una prueba por lote
Contenido proteico	Equipo Kjeldhal	Una vez cada seis meses

■■■ Mantenimiento que se aplicará por la empresa

El tipo de mantenimiento aplicado por una empresa que requiere de una inversión fuerte es correctivo y preventivo, y está en función del equipo que se posea. Si se observa con detenimiento la maquinaria de la empresa, se verá que hay equipo muy especializado como la envasadora, la tapadora, la etiquetadora y el esterilizador; el resto del equipo es relativamente sencillo, ya que son tanques, tuberías y bombas de acero inoxidable, bandas transportadoras y una caldera.

Al planear la empresa debe decidirse si dentro de la misma se instalará un departamento especializado que dé mantenimiento a todos estos equipos con absoluta seguridad de su funcionamiento. Con el equipo llamado *sencillo* en realidad no hay mayor problema, porque incluso es sencillo mantener en buenas condiciones a una caldera. El equipo sanitario de acero inoxidable debe ser limpiado con detergentes especiales al terminar el turno de trabajo, pero eso es una rutina.

El problema viene con los equipos *especializados*, pues no cualquier persona puede mantenerlos ni repararlos en forma adecuada. Para ello se sugiere contratar un servicio de mantenimiento directo del proveedor, quien normalmente está disponible a brindarlo a la hora que sea necesario. Los proveedores darían mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos especializados.

Para el resto de los equipos, incluyendo la caldera, se propone contratar a un técnico electricista con conocimientos de mecánica, que se encargue no sólo de los equipos sencillos, sino del cuidado general de las instalaciones de la planta. La inversión que se requiere para aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos sencillos y a las instalaciones de la planta es mínima.

■■■ Determinación de las áreas de trabajo necesarias

Una vez que se han determinado y justificado equipos, mano de obra y el proceso productivo, es necesario calcular el tamaño físico de las áreas necesarias para cada una de las actividades que se realizarán en la planta, las cuales van mucho más allá del proceso de producción. De hecho, en la descripción y selección del equipo se propuso una distribución inicial, pero exclusiva para el departamento de producción.

Las áreas que debe tener la empresa se enuncian a continuación. Es necesario recordar que se está planeando una microempresa, lo cual significa hacer una planeación lo suficientemente adecuada como para que la empresa pueda crecer si las condiciones del mercado lo permiten.

- Patio de recepción y embarque de materiales.
- Almacenes de materia prima y producto terminado.
- Producción.
- Mantenimiento.
- Sanitarios del área de producción.
- Sanitarios para las oficinas.
- Oficinas administrativas.
- Vigilancia.
- Comedor.
- Áreas verdes (áreas de expansión).
- Estacionamiento.

En la tabla 3.15 se presenta la justificación de cada una de estas áreas.

Memoria de cálculo:

1. **Almacén de fruta** Se manejarán inicialmente 1.5 toneladas/día. Se recibirán 3 toneladas cada tercer día. Esta materia prima no puede ser calculada por lote económico (LE) dado que es un producto perecedero. Se recibirán 120 cajas de 25 kilogramos cada una, de las que se hacen estibas de cinco cajas. Cada caja ocupa un área de $0.5 \times 0.4 \text{ m} = 0.2 \text{ m}^2$. Se harán 24 estibas, por lo que se requieren 5 m^2 , más espacios para maniobras. Total para almacenar la fruta, incluyendo espacio de maniobras con montacargas = 30 m^2 .
2. **El azúcar** es la materia prima que se utiliza en una cantidad mucho mayor que el resto de las otras, tales como la pectina, el ácido cítrico, etc. Su compra se calcula con lote económico.

Datos: Precio del producto = supongamos que está a 4.5 pesos/kg o 4 500 pesos/ton; consumo anual = $700 \text{ kg/día} \times 300 \text{ días/año} = 210\,000 \text{ kg}$ o 210 ton; costo de mantener el inventario (es

Tabla 3.15 Bases de cálculo para cada una de las áreas de la empresa.

Área	Bases de cálculo	m ²
Patio de recepción de material	Área suficiente para que maniobre un camión de 5 ton	72
Báscula de recepción	Tamaño de la báscula más espacio de maniobras	2.5
Almacén de fresa	Se manejan 1.5 toneladas/día en un turno de trabajo. Se reciben 3 toneladas cada tercer día. Vea memoria de cálculo (1)	30
Almacén de materias primas	El azúcar es la principal materia prima. Vea memoria de cálculo (2)	30
Almacén de frasco de detergentes, vidrio, tapa y cajas de cartón	Se requieren de 7 000 frascos por día. Espacio necesario más espacio de maniobras. Vea memoria de cálculo (3)	40
Almacén de producto terminado, incluyendo oficina de control	Inicialmente se producen 7 000 frascos/día que ocupan un espacio de 3.5 m ² con estibas de producto, más espacio de maniobras, 3 m ²	25
Báscula para pesar materias primas	Tamaño de la báscula más espacio de maniobras	2
Área de producción	Vea memoria de cálculo (4)	216
Área de caldera	Tamaño del equipo más espacio de maniobras	20
Sanitarios para producción	Vea memoria de cálculo (5)	28
Oficinas administrativas	Vea memoria de cálculo (6)	42
Oficinas de producción y control de calidad	Vea memoria de cálculo (7)	28
Sanitarios para oficinas	Vea memoria de cálculo (8)	14
Comedor	Vea memoria de cálculo (9)	21
Mantenimiento	Espacio necesario para un almacén de herramientas y una mesa de trabajo	21
Estacionamientos	1 por cada 200 m ² construidos. Total 5 cajones	112
Caseta de vigilancia	Controlará la puerta de acceso	3
Áreas verdes y expansión	Para prevenir futuras expansiones	224

la tasa de interés vigente en el mercado) = 0.2 o 20% anual; costos fijos de colocar o recibir una orden de compra (venta), costo del departamento de compras, suponiendo una persona que gana al año \$48 600 con prestaciones y que hace al menos 100 pedidos de materia prima por año, con un costo por pedido de \$486:

$$LE = \sqrt{\frac{2FU}{CP}} = \sqrt{\frac{2 \times 486 \times 210}{0.2 \times 4\,500}} = 15 \text{ ton}$$

observe que todo está expresado en toneladas. Por lo tanto, cada vez que se compre azúcar se comprarán 15 toneladas, en costales de 50 kilogramos con una superficie aproximada por costal de 1×0.45 m; es posible estibar hasta diez costales. Si se compran 15 toneladas, esto equivale a comprar $15 \times 20 \times 300$ costales cada vez que se compre azúcar, en estibas de 10 se requieren 30 estibas por una superficie por estiba de $1 \times 0.45 = 0.45 \text{ m}^2 \times 30 = 13.5 \text{ m}^2$, más área de maniobras para mover el azúcar con montacargas. Total = 30 m².

Esta área es suficiente para almacenar la demás materia prima que se utiliza en muy poca cantidad por día; la pectina, que es la tercera materia prima que más se utiliza, consume 70 kg/día (10 kg/lote) y las demás materias primas en mucha menor cantidad.

- 3. Almacén para frascos, tapas y cajas de cartón** Se utilizan 7 000 frascos/día, el mismo número de tapas, mismo número de etiquetas y $7\,000/12 = 584$ cajas de cartón/día como embalaje. Se calcula lote económico para frascos (cuyo precio ya incluye la tapa) y para cajas de cartón, considerando un precio unitario de: frasco de vidrio de 500 g con tapa = 4 050 pesos/millar; caja de cartón con capacidad de 12 frascos: 340 pesos/millar.

LE del frasco = 85.5 millares cada vez que se compre, esto ocupará una superficie de 17 m² considerando las cajas de frascos ya estibadas.

LE de cajas de cartón = 14.2 millares de cajas cada vez que se compre, esto ocupará una superficie de 5 m² considerando las estibas de las cajas de cartón sin extender.

Superficie total del almacén de frascos, tapas, etiquetas y cajas de cartón, incluyendo espacio de maniobras: 40 m². Este espacio es también suficiente para almacenar detergente especial para lavar el equipo. También este insumo se utiliza en muy poca cantidad, 5 kilogramos por día de detergente, ya que se lava una sola vez todo el equipo al terminar el turno.

4. **Producción** Se tomó en cuenta el tamaño físico de todos los equipos y el número de tanques, lo cual ya fue mostrado en el diagrama de distribución del equipo en el área de producción. En la figura 3.21 también se muestran las áreas de enfriamiento, estibamiento de frascos llenos y de maniobras del montacargas para cargar y descargar la esterilizadora. Todo esto arroja una superficie de $12 \times 18 = 216 \text{ m}^2$.
5. **Sanitarios de producción** De acuerdo con el reglamento de construcción vigente para el país, en industrias hasta con 25 trabajadores que intervengan en procesos que manejen alimentos, deberá existir un sanitario por cada quince, o fracción mayor de siete, trabajadores del mismo sexo, la misma cantidad de lavabos y una regadera con agua caliente; desde luego, la instalación de la regadera obliga a una superficie de vestidores. Por lo tanto, se decide instalar dos sanitarios completos, dos lavabos, una regadera con agua caliente y vestidores. Superficie total ocupada = 28 m².
6. **Oficinas administrativas** Tomando en cuenta la cantidad de personal administrativo que se muestra en el organigrama general de la empresa y de acuerdo con el reglamento de construcciones, debe ser de al menos 2 m² de área libre por trabajador de oficinas. Superficie total de 42 m².
7. **Oficinas de producción** Con base en el programa de producción de un solo turno, se propone poco personal administrativo en producción, mismo que aparece en el organigrama. Este mismo personal haría las pruebas de calidad ya mencionadas, para lo cual se requeriría un área muy pequeña en la que también se almacenarían muestras para el control de calidad externo. Área de oficina incluyendo control de calidad de 28 m².
8. **Sanitarios de oficinas** Con base en el mismo reglamento de construcciones, se decide instalar dos sanitarios, uno para personal de cada sexo y un lavabo en cada sanitario. Total = 14 m².
9. **Comedor** Ninguna ley referente a las condiciones de trabajo o reglamento de construcción obliga a las empresas a construir un comedor para los trabajadores, de modo que la construcción de esa área es totalmente optativa. En este caso se ha decidido destinar un área para el comedor que cuente con una mesa y una estufa de gas para que los trabajadores tomen cómodamente sus alimentos y puedan calentarlos si es necesario. Se asigna un área de 21 m².

Hay que destacar que el proceso arroja cierta cantidad de desperdicios, aproximadamente 6.2% que corresponde a 3% de fresa en mal estado y 3.2% del mondado de la fresa (quitar pedúnculo). Si se procesan 213 kilogramos por lote y siete lotes diarios, entonces se está hablando de unos 1 500 kilogramos diarios de fruta que generarán un desperdicio aproximado de $1\,500 \times 0.062 = 93$ kilogramos por día, lo cual no es un problema de contaminación, ya que esta cantidad puede ser almacenada en uno o dos tambo de 200 litros, para que el servicio municipal de limpia recoja esta basura diariamente. Por esta razón no es necesario asignar un área especial para disposición de desechos sólidos.

La suma de las áreas de la planta arroja un total de 925 m², pero no es necesario comprar un terreno de estas dimensiones, ya que las oficinas, los sanitarios y el comedor pueden construirse en un segundo nivel. Esta superficie es el área total construida que se requiere. El terreno que se adquiera dependerá de las superficies de terreno disponibles en el parque industrial y de la disponibilidad de dinero, aunque lo más recomendable es que tenga un área de 25 m de frente por 30 m de fondo. Es importante anotar que mucha de la superficie del terreno y de las oficinas es necesaria para el tránsito de personas o de materiales.

Si se desea contar con espacio de expansión en espera del crecimiento futuro, hay que dejar cierto margen de holgura en todas las áreas. En la tabla 3.16 se presenta un resumen de las principales secciones de la empresa, considerando que las oficinas se ubicarán en el segundo nivel, justamente arriba de los almacenes.

Se observa que todas las superficies están por arriba del mínimo calculado.

Tabla 3.16 Resumen de las áreas de la empresa

Área	m ²
Terreno	750
Almacenes	125
Oficinas y sanitarios (planta alta)	175
Jardines (áreas de expansión)	189
Caldera	20
Estacionamiento	200
Producción	216

■■■ Distribución de planta

El siguiente paso en el diseño de la planta es distribuir las áreas en el terreno disponible, de forma que se minimicen los recorridos de materiales y que haya seguridad y bienestar para los trabajadores. La distribución debe tomar en cuenta todas las zonas de la planta y no sólo la de producción; y la distribución que se proponga debe brindar la posibilidad de crecer físicamente, es decir, contemplar futuras expansiones.

Para realizar la distribución se utiliza el método de Distribución Sistemática de las Instalaciones de la Planta o SLP (*Systematic Layout Planning*), el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades construido con dos códigos. El primero de ellos es un código de cercanía representado por letras y por líneas, donde cada letra (o número de líneas) representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra; el segundo código es de razones, representado por números, cada número representa el porqué se decide que un área esté cerca o lejos de otra. Los códigos se presentan en las tablas 3.17 y 3.18.

Tabla 3.17 Código de cercanía

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesaria	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Ordinaria o normal	=====
U	Unimportant (sin importancia)	=====
X	Indeseable	=====
XX	Muy indeseable	=====

Tabla 3.18 Código de razones

Número	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

En las figuras 3.25 y 3.26 se presentan los diagramas de correlación para producción y para la planta en general.

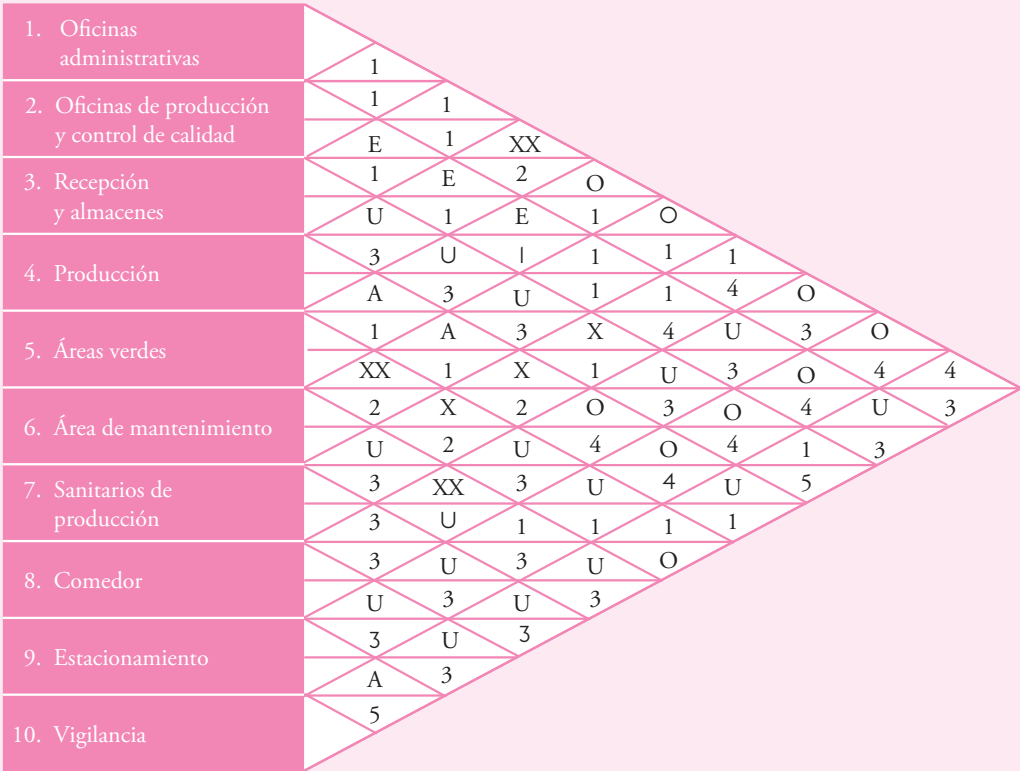


Figura 3.25 Diagrama general de relación de actividades.

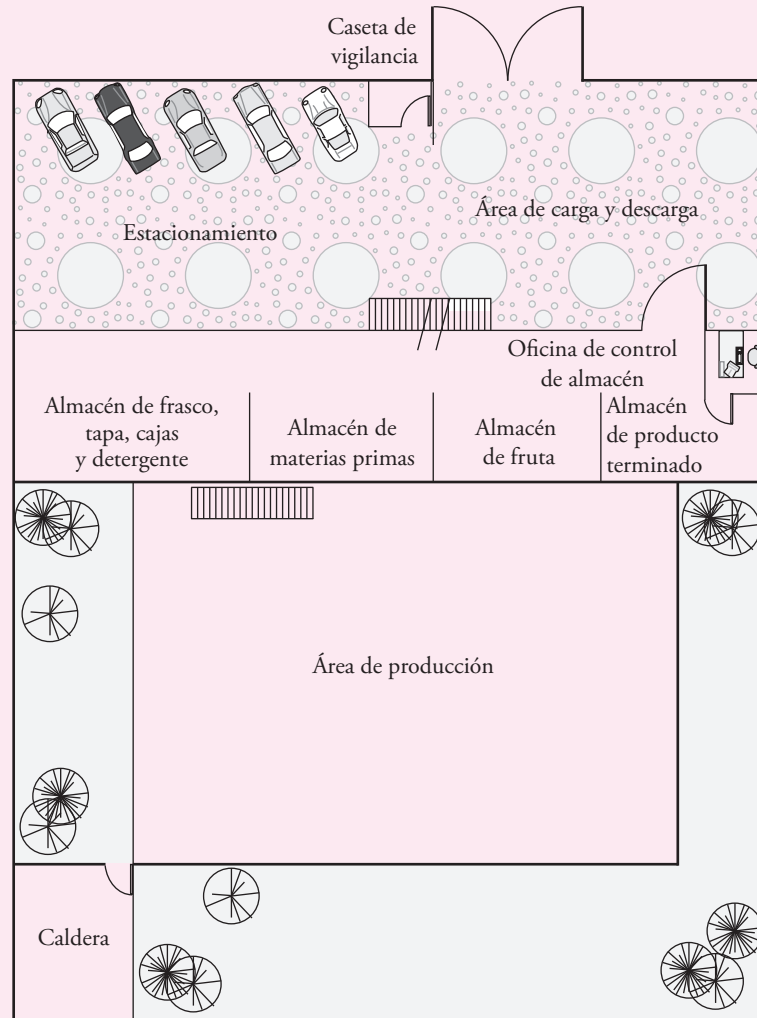


Figura 3.28 Planta baja del plano general de la empresa.

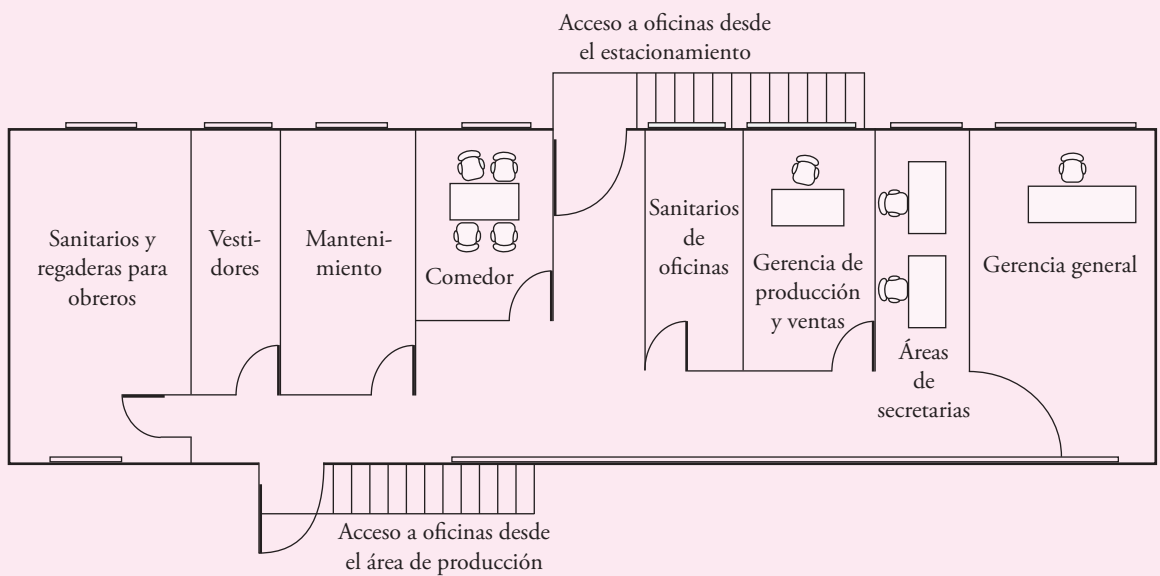


Figura 3.29 Plano de la planta alta de la empresa.

Organigrama de la empresa (organización del recurso humano)

Desde el principio se mencionó que el objetivo de este proyecto es diseñar una microempresa. La característica principal de una empresa de este tamaño es que cuenta con poco personal. Algunos puestos que aparecen en el organigrama son multifuncionales, es decir, una sola persona los ejerce; por ejemplo, el gerente general tendrá que desempeñar la función de dirigir la empresa, salir a vender el producto, probablemente realizar algunos cobros, etc. Otras funciones, como la contabilidad, será más recomendable que se realicen por medio de *outsourcing*, esto es, será preferible contratar a un despacho de contabilidad o a un contador externo para que haga este trabajo. Lo anterior será mucho más barato que contratar a un contador propio, dado que la empresa es pequeña y las finanzas sencillas de controlar.

A continuación se menciona el personal total a contratar. El personal administrativo está constituido por tres gerencias:

- Gerencia general.
- Gerencia de producción.
- Gerencia de ventas.

Se contará con dos secretarías que apoyarán las necesidades de las tres gerencias. Por otro lado, se tiene al personal técnico y de apoyo administrativo, para lo que se contará con:

- Un técnico de mantenimiento.
- Un almacenista.
- Un vendedor.
- Dos choferes que ayuden al vendedor en la distribución del producto.
- Dos personas encargadas de la limpieza de la planta.
- Un vigilante.

Ya se había calculado que se requieren 14 obreros calificados para realizar todas las labores de producción. Las funciones de contabilidad, y parcialmente de control de calidad, las realizarán despachos externos a la empresa. Con estos datos se construye el organigrama mostrado en la figura 3.30.

Se está proponiendo al personal mínimo para que funcione adecuadamente la planta; recuerde que se planea una microempresa. Si la demanda del producto llega a incrementarse, lo que sería deseable, el gerente de ventas tendrá la obligación de expandir el mercado, así como el gerente de producción tendrá la función de planear adecuadamente el aumento de los turnos de trabajo y de la capacidad instalada de la empresa.

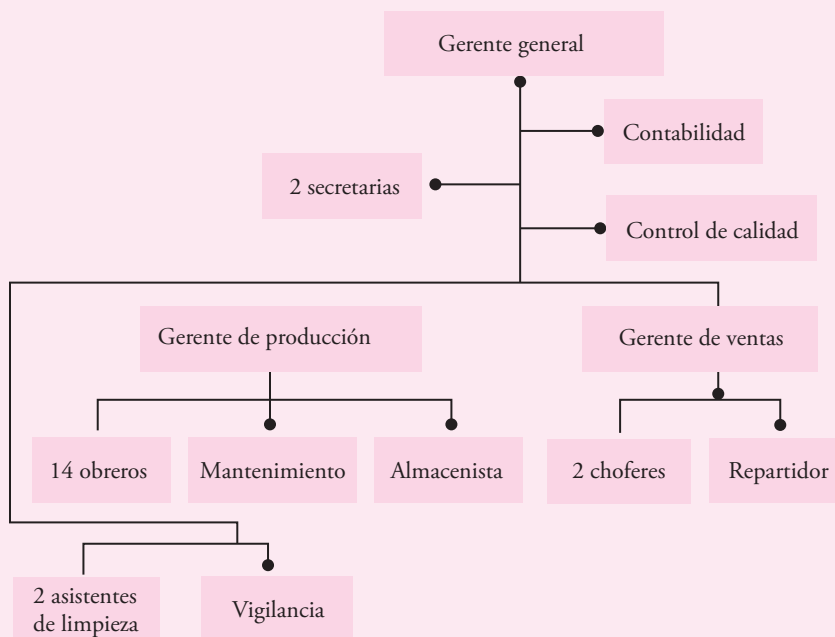


Figura 3.30 Organigrama general de la empresa.

■■■ Aspectos legales de la empresa

La empresa no tiene impedimentos legales para ser instalada y funcionar adecuadamente; no es una industria contaminante ni consumidora de recursos escasos como el agua. El único aspecto legal que debe tener presente es que, dado que es una empresa productora de alimentos procesados, debe sujetarse estrictamente a las normas exigidas por la Secretaría de Salud en cuanto a las características organolépticas, físico-químicas y bacteriológicas del producto. Las normas que rigen la elaboración de mermeladas son:

- NOM-F-112 Determinación de sólidos solubles para frutas y derivados procesados.
- NOM-F-317 Determinación del pH.
- NOM-F-347 Determinación de pectina en frutas y derivados procesados.
- NOM-F-358 Análisis microbiológico de alimentos envasados.
- NOM-F-144 Determinación de vacío en envases que contengan alimentos procesados.
- NOM-Z-12 Muestreo para inspección por atributos.
- NOM-F-255 Método de conteo de hongos y levaduras.
- NOM-F-254 Método de cuenta de organismos coliformes.
- NOM-F-151 Determinación de la consistencia en mermeladas.

Estas normas contienen todo lo referente a definiciones del producto, clasificación y denominación, disposiciones sanitarias, especificaciones, muestreo, métodos de prueba, etiquetado y marcado, envase, embalaje y almacenamiento. La violación de cualquiera de ellas provocaría problemas para la empresa.

■■■ Conclusiones del estudio técnico

Si se recuerda el objetivo planteado para esta segunda parte del proyecto, que era *demostrar que se domina la tecnología de producción y que no existe impedimento para elaborar el producto*, éste se ha alcanzado a través de todo el estudio técnico, ya que se conoce y domina con todo detalle la tecnología para elaborar mermelada de fresa.

Se llegó a la conclusión de que, tomando como base a los *equipos clave*, es posible elaborar 3.5 toneladas diarias de mermelada con un solo turno de trabajo de ocho horas y si se considera un año de 300 días laborables, entonces se estarían produciendo 1 050 toneladas anuales de producto, que representan de 12 a 15% de la demanda potencial insatisfecha cuantificada en el estudio de mercado.

El diseño de la planta y el proceso le otorgan gran flexibilidad de producción a la empresa. Puede triplicar su producción sin inversión adicional, con sólo incrementar los turnos de trabajo. Es posible aumentar aún más su producción pues se están previendo áreas de expansión en el terreno donde se ubicará la planta, aunque haya que hacer inversiones adicionales en activo fijo.

Por lo anterior, se recomienda realizar la parte final del estudio de factibilidad, que es el análisis económico y la evaluación económica, para observar si existe rentabilidad económica bajo las condiciones de operación que se han planteado hasta ahora.²⁷

²⁷ El contenido del ejemplo que aparece en esta parte es producto del proyecto de investigación DEPI970185.