



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

MEMORIA TÉCNICA

“PRODUCCIÓN DE YOGURT”

Previa a la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

Edison Franklin Lema Paucar

TRIBUNAL

DIRECTOR: Ing. MC. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.

ASESOR: Ing. M.C. Cesar Iván Flores Mancheno.

Riobamba –Ecuador

2012

Esta memoria técnica fue aprobada por el siguiente Tribunal

Dra. M.C. Sonia Elisa Peñafiel Acosta.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. MC. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.

DIRECTOR

Ing. M.C. Cesar Iván Flores Mancheno.

ASESOR

Riobamba, 25 Julio de 2012.

AGRADECIMIENTO

Un enorme agradecimiento al ser que dio luz a mis ideas, y en camino mis sueños convirtiéndolos en realidad, sembrando siempre con su infinito amor, la humildad, solidaridad hacia los demás. Encomiendo en ti mi vida para ser un hombre de bien y seguiré siempre con una fe infinita hacia ti porque te debo todo lo que soy gracias dios mío.

EDISON L.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi padre por su ayuda mancomunada que me han sabido brindar día tras día para cumplir mis metas profesionales, a mi hermano Efrain quien supo apoyarme durante el trayecto de mi carrera ya que por medio de su consejos sabios y el digno ejemplo me han motivado a seguirme preparando con el fin de servir a mi país en el área de producción de alimentos

EDISON L.

CONTENIDO

	Pag.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN EL ECUADOR	3
1. <u>Generalidades</u>	3
2. <u>El yogurt</u>	4
3. <u>Elaboración industrial del yogurt</u>	4
B. PLANIFICACION DE LA PRODUCCIÓN	5
1. <u>Definición</u>	5
2. <u>Plan estratégico de la producción</u>	7
a. Plan agregado de producción	8
C. PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	9
1. <u>Definición</u>	9
2. <u>Programa maestro de producción</u>	9
3. <u>Proceso de programación maestra de la producción</u>	10
4. <u>Variables del plan maestro de producción</u>	10
5. <u>Pronósticos</u>	11
a. Tipos de proyección	11
b. Clasificación de los pronósticos según el horizonte de tiempo	11
c. Pronóstico a largo plazo	12
d. Pronóstico a mediano plazo	12
e. Pronóstico a corto plazo	12
f. Clasificación cualitativa de los pronósticos	12
g. Clasificación cuantitativa de los pronósticos	13
h. Análisis de las series de tiempo	13
i. Selección del método de proyección	15

6. <u>Demanda de los clientes</u>	16
7. <u>Capacidad instalada</u>	16
a. Definición	16
b. Método general para la administración de la capacidad	17
c. Lote económico	18
d. Costos de colocación del pedido	19
e. Costos de mantenimiento	19
f. Costos de ruptura	19
g. Costos de faltantes	20
h. Costos de sobrantes	20
8. <u>Estado de inventarios</u>	20
a. Definición	20
b. Administración de inventarios	20
c. Categorías de inventarios	21
d. Inventario de demanda independiente	21
e. Inventario de demanda dependiente	21
f. El inventario de seguridad	22
g. El inventario de anticipación	22
h. Finalidad de la Administración de Inventarios	23
D. PLANEACIÓN Y REQUERIMIENTO DE MATERIALES	23
1. <u>Estructura del sistema de planificación de los requerimientos de materiales</u>	25
a. Tiempo de espera por adquisición	27
b. Lista de materiales	27
c. Requerimientos brutos	27
d. Recepciones programadas	27
e. Proyección de disponibilidad	27
f. Requerimientos netos	28
g. Liberación planificada de pedidos	28
E. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	28
1. <u>Talleres de configuración continua o en serie</u>	29
2. <u>Talleres de configuración por lotes</u>	29
a. Configurados en Flow Shop	29
b. Configurados en Job Shop	29

c.	Asignación de carga	30
d.	Secuenciación de pedidos	30
III.	<u>DISCUSION</u>	31
A.	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	31
1.	<u>Objetivos del plan maestro de producción</u>	31
2.	<u>Pronósticos</u>	34
a.	Promedio móvil simple	36
b.	Pronósticos de la demanda de yogurt	39
3.	<u>Estado de inventarios</u>	42
a.	Inventario de seguridad	42
b.	Punto de reorden (punto del nuevo pedido)	43
4.	<u>Capacidad disponible</u>	50
a.	Modelo de cantidad fija de pedido (Lote óptimo de producción)	50
5.	<u>Demanda (pedidos de los clientes)</u>	59
a.	Desarrollo de un plan maestro de producción	62
b.	Desarrollo de un plan maestro de producción en la industria láctea	65
B.	PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES	67
1.	<u>Requerimientos brutos</u>	67
2.	<u>Recepciones Programadas</u>	67
3.	<u>Proyección de Disponibilidad</u>	68
4.	<u>Requerimientos Netos</u>	68
5.	<u>Liberaciones Planificadas o pedidos</u>	68
6.	<u>Plan de requerimiento de materiales en la producción de yogur</u>	71
a.	La lista de materiales	71
7.	<u>Desarrollo del plan de requerimiento de materiales para la producción de yogurt</u>	74
a.	Determinación de órdenes para el estabilizante	76
b.	Determinación de órdenes para el colorante	77
c.	Determinación de órdenes para el saborizante	78
d.	Determinación de órdenes para el sorbato de potasio	79
e.	Determinación de órdenes para el benzoato de sodio	80
f.	Determinación de órdenes para el azúcar	81
g.	Determinación de órdenes para los envases	82
h.	Determinación de órdenes para las etiquetas	83

C. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	85
IV. <u>CONCLUSIONES</u>	88
V. <u>RECOMENDACIONES</u>	89
VI. <u>LITERATURA CITADA</u>	90

RESUMEN

En la actualidad uno de los problemas que afronta la industria láctea es la necesidad de satisfacer la demanda existente debido, a que la fabricación de alimentos de gran consumo, tienen grandes condicionantes que le dificultan a ser flexibles a las necesidades del mercado, tales como las restricciones de las maquinas, definidas para grandes volúmenes, escasas de materia prima, elevados costos de producción. Estas condicionantes afectan la producción de yogur que por lo general no siempre están alineados con la previsión de la demanda, que produce un alto stock de producto almacenado o la escasas del producto terminado debido al desarrollo de las necesidades del mercado y la capacidad productiva, todo esto puede ser controlado por un sistema de planificación denominado plan maestro de producción que cuyos objetivos son de disminuir los costos de producción de manera que se utilice de forma eficiente la capacidad de la planta evitando una sobreproducción, para la elaboración de un plan maestro se necesita determinadas variables como los pronósticos, demanda ,estado de inventarios y la capacidad disponible, este programa determina la cantidad y el tiempo de entrega del producto, satisfaciendo la demanda existente. Este plan involucra al plan de requerimiento de materiales el cual se encarga del aprovisionamiento oportuno de los insumos que formaran parte del proceso de fabricación.

ABSTRACT

Today one of the problems facing the dairy industry is the need to satisfy the demand because the production of consumer foods have great conditions that do not allow to be flexible to market requirements such as restrictions on machinery defined for large volumes of raw material shortages, high production costs. These conditions affect the production of yogurt generally are not always aligned with the forecast of demand, which drives a high stock of product in storage or shortage of finished product due to the development of market needs and production capacity, all this can be controlled by a planning system called master production plan whose goals are to reduce production costs so as to efficiently use the capacity of the factory to avoid overproduction, to prepare the master plan is needed certain variables as forecasting, inventory status and available capacity, the program determines the amount and timing of product delivery to meet demand. This plan involves the material requirements plan which is responsible for the timely supply of inputs that are part of the manufacturing process

LISTA DE CUADROS

Nº	Pag.
1. MODELOS DE SERIES DE TIEMPO.	14
2. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES DOS.	37
3. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES TRES.	37
4. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES CUATRO.	38
5. PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE N ES IGUAL A DOS.	40
6. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE N ES IGUAL A TRES.	41
7. PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE N ES IGUAL A CUATRO.	41
8. DEMANDA SEMANAL DE YOGURT.	48
9. VENTA MENSUAL DE YOGURT PRESENTACIÓN 1 LITRO.	49
10. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE YOGURT PERSA ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE ESTABILIZANTE.	54
11. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE SUERO DE QUESO ACIDIFICADO.	55
12. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE YOGURT (500 LITROS).	56
13. COSTOS INDIRECTOS.	57
14. COSTOS POR CONCEPTOS DE VENTAS.	57
15. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE YOGURT UP-9.	59
16. LUGAR HABITUAL DE COMPRA DE PRODUCTOS LÁCTEOS (%).	60
17. FUENTES DE DEMANDA PARA EL PRODUCTO A.	60
18. FUENTES DE DEMANDA PARA EL PRODUCTO B.	
19. FUENTES DE DEMANDA DE YOGURT.	61
20. PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LOS PRODUCTOS A Y B.	62
21. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO PARA EL PRODUCTO A.	63

22.	DESARROLLO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN.	64
23.	FUENTE DE DEMANDA PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT.	65
24.	PLAN MAESTRO PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT.	66
25.	PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.	69
26.	PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.	69
27.	PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.	70
28.	FORMULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT CON DIFERENTES NIVELES DE SUERO DE QUESO.	72
29.	FORMULACION PARA LA PRODUCCION DE YOGURT CON DIFERETES NIVELES DE ESTABILIZANTE.	72
30.	FORMULA PARA LA ELABORACION DE YOGURT.	73
31.	INVENTARIO DISPONIBLE Y TIEMPO DE ESPERA PARA EL APROVISIONAMIENTO DE INSUMOS.	
32.	FORMULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT.	75
33.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL ESTABILIZANTE.	77
34.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL COLORANTE.	78
35.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL SABORIZANTE.	79
36.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL SORBATO DE POTASIO.	80
37.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL BENZOATO DE SODIO.	81
38.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL AZÚCAR.	82
39.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA LOS ENVASES.	83
40.	DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA LAS ETIQUETAS.	84

LISTA DE GRAFICOS

Nº		Pag.
1.	Estructura de un sistema jerárquico de planificación de la producción.	7
2.	Estructura del sistema de planificación de los requerimientos de materiales.	26
3.	Elaboración de yogurt dietético.	87

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que afronta este tipo de industria láctea es el atender ahora más que nunca las necesidades de mercado en grandes o pequeñas cantidades, en especial, en la fabricación de productos alimenticios que no permite producir de forma eficiente y no facilita un tiempo de entrega corto entre el inicio de fabricación y la cancelación de los pedidos a los consumidores lo cual conlleva elevar costos y riesgos asociados. La fabricación de productos de gran consumo y en particular los alimenticios tiene grandes condicionantes productivos que le dificultan de ser flexibles a las necesidades del mercado. Las restricciones de las maquinas definidas para grandes volúmenes, las secuencias de producción por sabores u otras características como la producción de yogur no siempre están alineadas con las previsiones de la demanda, lo que produce unos altos stocks de productos sin envasar debido a que se desarrolla al mismo tiempo la necesidades del mercado y la capacidad productiva. Todo esto se puede controlar y sincronizar mejor con un proyecto de mejora de la planificación y secuenciación de la producción como es el caso de un producto lácteo denominado yogurt.

Por lo que se ha planteado la aplicación de un sistema de planificación denominado plan maestro de producción cuya finalidad es de programar productos finales para que se terminen con rapidez y cuando se haya comprometido ante los clientes y utilizar de manera eficiente la capacidad de producción evitando que se genere pérdidas económicas por gastos de inventarios así como también el adecuado aprovisionamiento de material en el tiempo oportuno para la producción de un determinado producto en este caso yogurt.

Para lo cual es necesario determinar las variables de un plan maestro que servirá posteriormente en su elaboración. Al aplicar este método de planificación nos traerá beneficios, la satisfacción de la demanda, así como también la reducción de los costos de producción en la elaboración de un determinado producto que será de grandes beneficios para las pequeñas y medianas industrias, debido a que esto beneficiara a la economía de la empresa que ha comenzado a surgir. La aplicación del plan maestro es importante debido a que ese sistema nos permite determinar cuánto producir, cuando producir, y a la vez determinar de qué

debo aprovisionarme y en qué tiempo debo hacerlo con la finalidad de cumplir a tiempo con los compromisos adquiridos.

Al aplicar este tipo de investigación en la industria láctea se obtendrá beneficios como:

- Capacidad para fijar los precios de una manera más competente.
- Reducción de los precios de venta
- Reducción del inventario.
- Mejor servicio al cliente.
- Mejor respuesta a las demandas del mercado.
- Control eficiente de la producción.
- Uso eficiente de la capacidad de producción.

Por lo tanto se ha planteado la aplicación de este sistema en la producción de yogur con la finalidad de determinar el volumen exacto que se debe producir semanalmente utilizando de forma eficiente la capacidad disponible y reduciendo los costos de fabricación.

En esta memoria técnica se plantearon los siguientes objetivos:

- Controlar y planificar la producción de yogurt en la industria láctea.
- Evitar la sobreproducción o sub cargas de manera que la capacidad sea utilizada bajo un ordenamiento técnico.
- Determinar el aprovisionamiento de insumos y materia prima para cumplir con los compromisos adquiridos.

II. REVISION DE LITERATURA

A. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN EL ECUADOR

1. Generalidades

Según <http://es.scribd.com/doc/5511819/7/Industria-Lactea-en-el-Ecuador>. (2010), cita que la producción lechera en el Ecuador se ha concentrado principalmente en la región interandina, donde se ubican los mayores hatos lecheros. De acuerdo a los datos del último Censo Agropecuario del año 2000, donde el 73% de la producción nacional de leche se la realiza en la Sierra, aproximadamente un 19% en la Costa y un 8% en el Oriente y Región Insular. La leche fluida disponible se destina en un 25% para elaboración industrial (19% leche pasteurizada y 6% para elaborados lácteos), 75% entre consumo y utilización de leche cruda (39 % en consumo humano directo y 35% para industrias caseras de quesos frescos), y aproximadamente un 1% se comercializa con Colombia en la frontera.

<http://es.scribd.com/doc/551197/Industria-Lactea-en-el-Ecuador>. (2010), menciona que la producción de leche en el Ecuador llega a los 7 millones de litros diarios, existen 25 compañías, de estos más del 90 % se encuentran en la Sierra ecuatoriana, y se dedican a la producción de leche pasteurizada, quesos, yogurt, además una gran parte de la producción lechera se comercializa cruda en el mercado informal y representa el 60% más que en el mercado formal.

Las empresas que procesan Leche son: Industrias Lácteas Tony S.A. Leche Cotopaxi Le cocen CIA, de economía mixta, Proloceki S.A. Ind.Lácteas Chimborazo, In leche, Florap S.A. Productos Lácteos Cuenca S.A. Prolacem, Helados a S.A. Indulac, de Cotopaxi CIA Ltda., Eskimo S.A., Industria Lácteas S.A. La producción nacional se divide así: 35% se oferta cruda, 23% para alimentación de terneros, 42% para la industria láctea, 17% para fabricación de yogurt y quesos, 14% para pasteurización y el 11% para la producción artesanal de derivados.

De estas Industrias el 90% se encuentran ubicadas en el callejón interandino con una fuerte concentración en las provincias del centro norte de la sierra (Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Carchi) y se dedican principalmente a la producción de leche pasteurizada, quesos, crema de leche y otros derivados en menor proporción. Durante el último quinquenio, y gracias al proceso de liberalización económica y apertura comercial, se han establecido otras Empresas como PURA CREMA, PARMALAT CEDI, INDUSTRIAS LACTEAS TONY, CHIVERIAS, ALPINA, REY LECHE, y la Planta Pulverizadora de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), implementada durante el año 2002, que no se encuentra aún en funcionamiento.

2. El yogurt

Pak, T. Laval, A. (2003), menciona que todos los productos lácteos acidificados el yogurt es el más conocido y popular en casi todo el mundo.

El consumo más alto de yogurt se da en los países ribereños de mediterráneo en Asia y en Europa central.

La consistencia sabor y aroma varían de un lugar al otro. El yogurt se produce bajo la forma de un líquido altamente viscoso. El yogurt también se produce en forma congelada para postres o como una bebida, el aroma y el sabor del yogurt difiere de los otros productos acidificados. Sus sustancias aromáticas volátiles incluyen pequeñas cantidades de ácido acético y acetaldehído.

3. Elaboración industrial del yogurt

Según Pak, T. Laval, A. (2003), cita que la fabricación industrial del yogurt consta de las siguientes fases:

- La leche, una vez normalizado su contenido graso, se puede enriquecer, bien sea por la concentración o bien por la adición de la leche en polvo desnatada, lo que supone un aumento del contenido proteico, de lactosa, de minerales y de vitaminas.

- Posteriormente, la leche se homogeniza para reducir el tamaño de glóbulos grasos y estabilizar la emulsión para mejor la digestibilidad del producto.
- Se produce a continuación a una pasteurización de la leche. Como es sabido el objeto de la pasteurización es destruir casi toda la flora, por medio de un tratamiento térmico apropiado, que asimismo destruye la totalidad de la flora patógena.
- Una vez pasteurizada, se almacena durante unos minutos y se enfría a temperatura de fermentación, alrededor de los 45 °C.
- Para sembrar las bacterias lácticas es necesario disponer de cantidades notables de las mismas. Por ello, se dispone de un cultivo madre seleccionado y controlado que genera, por multiplicación en medios enriquecidos, cantidades suficientes de fermentos para ser sembrados en la leche.
- En la descripción del proceso de elaboración nos ceñiremos en el principio de la obtención del yogur tradicional o natural, elaborado exclusivamente a base de leche y fermentos lácticos y también, hecho al yogur edulcorado, azucarado, con frutas, zumos o aromas y yogur líquido o batido.

B. PLANIFICACION DE LA PRODUCCIÓN

1. Definición

Chase, R. et. al. (2000), cita que la planificación del proceso maneja la determinación de las tecnologías y procedimientos específicos requeridos para producir un bien o un servicio

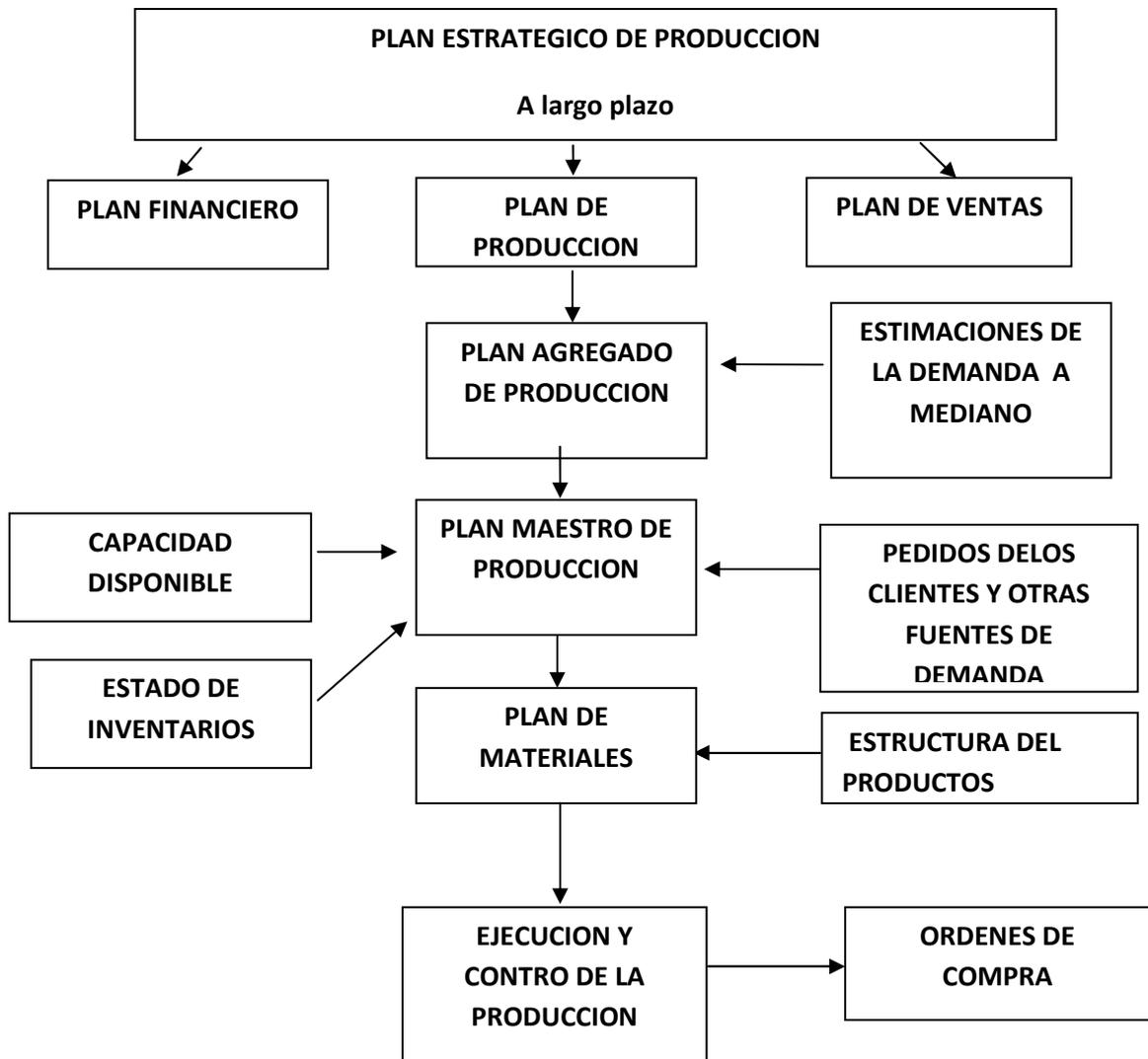
El proceso de planificación total es esencialmente el mismo para servicios y manufactura, la principal excepción se encuentra en el uso, por parte de las empresas manufacturas, en cuanto a la acumulación y reducción del inventario para llegar a una producción uniforme (como se analiza más adelante).

Después de la etapa de planeación total, las actividades de planeación de las empresas manufactureras y de servicios son por lo general muy diferentes.

En las empresas manufactureras, el proceso de planeación puede resumirse de la siguiente manera: la planificación de la producción está conformada por el plan estratégico, que es un proceso que se inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr esas metas, y desarrolla planes detallados para asegurar la implantación de las estrategias y así obtener los fines buscados. Este plan está conformado por el plan financiero, plan de producción y plan de ventas, dentro del plan de producción tenemos el plan agregado de producción que consiste en determinar un plan de producción (para un horizonte de planeación determinado) que satisfaga la demanda agregada de un grupo de productos en el mediano plazo.

La siguiente etapa del proceso de planificación de la producción es el plan maestro de producción (MSP), que genera las cantidades y las fechas de los artículos específicos requeridos para cada pedido. Se utiliza luego la planeación de la capacidad a grandes rasgos para verificar que haya instalaciones para el almacenamiento y la producción, el equipo y la mano de obra disponibles, y que los vendedores clave hayan asignado la capacidad suficiente para suministrar los materiales cuando se necesiten, la planeación de requerimientos de materiales (MRP), toma los requerimientos del producto final del MSP y los descompone en sus partes y sub ensamblajes para crear un plan de materiales. Este plan especifica cuando la producción y los órdenes de compra deben colocarse en cada parte, y el sub ensamblaje para completar los productos del programa. La mayoría del sistema MRP asignan también la capacidad de producción a cada pedido (esto se llama planeación de los requerimientos de capacidad). La actividad de planeación final es la programación de órdenes o ejecución de la producción semanal o diaria de cargos a máquinas específicas, de líneas de producción o de centros de trabajo como se demuestra en el gráfico 1. En las empresas de servicios, una vez se determina el nivel de personal total, el enfoque está en la programación de la fuerza laboral y de los clientes durante la semana o incluso hora a hora durante el día. Los programas y la fuerza laboral son función de las horas en el servicio está disponible para un cliente, de las habilidades particulares necesarias en los determinados tiempos durante el periodo pertinente.

Gráfico 1. Estructura de un sistema jerárquico de planificación de la producción.



2. Plan estratégico de la producción

Consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surgen el futuro, los cuales combinados con otros datos importantes proporcionan la base para que una empresa tome mejores decisiones en el presente para explotar las oportunidades y evitar peligros.

La planeación estratégica es un proceso que se inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr esas metas, y desarrolla planes detallados para asegurar la implantación de las estrategias y así obtener los fines buscados.

Para la mayoría de las empresas, la planeación estratégica representa una serie de planes producidos después de un periodo de tiempo específico, durante el cual se elaboraron los planes. También debería entenderse como un proceso continuo, especialmente en cuanto a la formulación de estrategias, ya que los cambios en el ambiente del negocio son continuos. La idea no es que los planes deberían cambiarse a diario, si no que la planeación debe efectuarse de forma continua y ser apoyada por acciones apropiadas cuando sea necesario.

a. Plan agregado de producción

Corres, G. (2006), cita que este programa consiste en determinar un plan de producción (para un horizonte de planeación determinado), que satisfaga la demanda agregada de un grupo de productos en el mediano plazo.

Definir cuantos empleados debe tener la compañía y, en caso de ser manufacturera, decidir sobre la cantidad y el tipo de productos.

Se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de demanda en forma eficiente. Dado que las condiciones que afectan a la producción no son estables en el tiempo, la producción debe planificarse de forma agregada con el fin de tener una utilización eficiente de los recursos.

La planeación agregada sirve como eslabón entre las decisiones sobre las instalaciones y la programación. La decisión de la planeación agregada establece niveles de producción generales a mediano plazo, es por ello que se hace necesario que en la empresa se implemente dichos procesos, tomando decisiones y políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones, despidos, subcontrataciones y niveles de inventario.

C. PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

1. Definición

Corres, G. (2006), indica que una vez concluido el plan agregado, el siguiente paso consiste en traducirlo a unidades finales específicas. Este proceso es el que se conoce como desagregación, subdivisión o descripción del plan agregado y su resultado final se denomina programa maestro de producción (Máster Production Schedule MPS). Básicamente se puede afirmar que un programa maestro de producción, es un plan detallado que establece la cantidad específica y las fechas exactas de fabricación de los productos finales.

El Plan Maestro de Producción (MPS, por sus siglas en inglés), establece el volumen final de cada producto que se va a terminar cada semana del horizonte de producción a corto plazo. Los productos finales son productos terminados o componentes embarcados como productos finales. Estos pueden embarcarse a clientes o ponerse en inventario. Los gerentes se reúnen semanalmente para revisar los pronósticos del mercado, los pedidos de clientes los niveles de inventarios, la carga de las instalaciones y la información de capacidad de manera que puedan desarrollarse los planes maestros de producción.

2. Programa maestro de producción

Según Corres, G. (2006), manifiesta que un efectivo MPS debe proporcionar las bases para establecer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos de la empresa y resolver las negociaciones entre fabricación marketing.

Las unidades en que puede ser expresado un MPS son:

Fabricación para almacenamiento (MTS, Make to Stock).

Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order).

Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order).

En el desarrollo de la administración de la programación maestra exija métodos muy distintos según el entorno de producción o, para ser más específicos, de acuerdo con la cantidad de influencia que el cliente tenga sobre el diseño final del producto o servicio.

3. Proceso de programación maestra de la producción

Chapman, S. 2006, cita que para la obtención del MPS es importante la consideración de los siguientes elementos:

- El plan agregado en unidades de producto.
- Las previsiones de venta a corto plazo en unidades de producto.
- Los pedidos en firme comprometidos con los clientes.
- La capacidad disponible de la instalación o el centro de trabajo.
- Otras fuentes de demanda.

Dentro del proceso de formalización del MPS, algunas de las funciones claves que este debe cumplir son:

- Traducir los planes agregados en artículos finales específicos.
- Evaluar alternativas de programación.
- Generar requerimientos de materiales.
- Generar requerimientos de capacidad y maximizar su utilización.
- Mantener las prioridades válidas.

4. Variables del plan maestro de producción

Las variables del plan maestro son:

- Pronósticos.
- Demanda.
- Capacidad instalada.
- Estado de inventarios.

5. Pronósticos

Echeverria, P. (2011), cita que el pronóstico es un procedimiento objetivo, en el que se utiliza la información recabada en un espacio de tiempo, para predecir el futuro. Considerando que las tendencias actuales continuarán en el futuro.

Estimación anticipada del valor de una variable, en este caso llamada demanda de un producto.

a. Tipos de proyección

La proyección se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cuantitativa, de análisis de las series de tiempo, de relaciones casuales y de simulación.

Las técnicas cualitativas son subjetivas o de juicio y están basadas en cálculos y opiniones. El análisis de las series de tiempo, el principal enfoque de este capítulo se basa en la idea de que los datos relacionados con la demanda anterior se pueden utilizar para predecir la demanda futura. Los datos anteriores pueden incluir varios componentes, tales como tendencia, estacionalidad o influencias cíclicas y se describen en la siguiente sección. La proyección causal, que se analiza utilizando la técnica de regresión lineal, supone que la demanda está relacionada con algún factor o factores subyacentes del medio. Los modelos de simulación permiten que quien hace la proyección examine una serie de supuestos sobre la condición de la proyección.

b. Clasificación de los pronósticos según el horizonte de tiempo

Los pronósticos se clasifican en:

- Pronósticos a largo plazo.
- Pronósticos a corto plazo.
- Pronósticos a corto plazo.

c. Pronóstico a largo plazo

El pronóstico a largo plazo incorpora la estimación de Condiciones futuras a lo largo de lapsos que por lo general son mayores de un año, son necesarios para dar apoyo a decisiones estratégicas sobre planeación de productos, procesos, tecnologías e instalaciones. Estas decisiones son de tal importancia para el éxito a largo plazo de los sistemas de producción que para el desarrollo de estos pronósticos se aplica un intenso esfuerzo organizacional.

d. Pronóstico a mediano plazo

Un pronóstico de rango mediano, o intermedio, generalmente con lapsos, medianos de meses, es valioso en la planeación de la producción y presupuestos, planeación de ventas, presupuestos de efectivo y el análisis de varios planes de operación.

e. Pronóstico a corto plazo

Son estimaciones de situaciones futuras que van desde unos días hasta varias semanas. Estos pronósticos pueden abarcar periodos tan cortos de tiempo que los ciclos, la estacionalidad y los patrones de tendencia surten muy poco efecto. El patrón principal de datos que afecta a estos pronósticos es la fluctuación aleatoria. Según el Método por el que se realiza los pronósticos son:

f. Clasificación cualitativa de los pronósticos

Según Echeverria, P. (2011), manifiesta que estos métodos generalmente se basan en juicios respecto a los factores causales subyacentes a la venta de productos y servicios en particular y en opiniones sobre la posibilidad relativa que estos factores causales sigan presentes en el futuro, y pueden involucrar diversos niveles de complejidad, desde encuestas de opinión científicamente conducidas a estimaciones intuitivas respecto a eventos futuros. Y estos son los siguientes:

- Consenso de comité ejecutivo.

- Método de Delfos.
- Encuesta a la fuerza de ventas.
- Encuestas a clientes.
- Analogía histórica.
- Investigación de mercado.

g. Clasificación cuantitativa de los pronósticos

Echeverria, P. (2011), cita que son los modelos matemáticos que se basan en datos históricos. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro. Casi siempre puede obtenerse información pertinente al respecto. Y estos son los siguientes:

- Regresión lineal.
- Promedio móvil simple (PMS).
- Suavización exponencial.
- Suavización exponencial con tendencia.
- Promedio móvil simple (PMS).
- Promedios móviles.

h. Análisis de las series de tiempo

Chase, R. et. al. (2000), menciona que los modelos de proyección de las series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en los datos pasados. Por ejemplo, las cifras de ventas recopiladas por cada una de las seis semanas anteriores pueden utilizarse para proyectar los trimestres futuros. Aun si ambos ejemplos se refieren a las ventas, es probable que se utilicen diferentes modelos de series de tiempo para la proyección.

El cuadro 1, muestra los modelos de series de tiempo y algunas de las características. La proyección del promedio del movimiento indica que en esta tabla, pero tendría las mismas características del ajuste exponencial simple.

Cuadro 1. MODELOS DE SERIES DE TIEMPO.

Método de proyección	Cantidad De datos históricos	Patrón De los datos	Horizonte de proyección
Ajuste exponencial simple	5 a 10 observaciones para fijar la ponderación	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Ajuste exponencial De Holt	10 a 15 Observaciones para fijar ambas Ponderaciones	Tendencia pero no estacionalidad	Corto a mediano
Ajuste exponencial De Winter	Por lo menos de 4 a 5 observaciones por trimestre	Tendencia y estacionalidad	Corto a mediano
Modelos de la Tendencia de regresión	10 20 observaciones para la estabilidad por lo menos 5 por trimestre	Tendencia y estacionalidad	Corto a mediano

Fuente: Chase, R. et. al. (2000).

El promedio de movimiento ponderado puede ser más engañoso si quien hace la proyección incluye la estacionalidad u otras influencias cíclicas. Sus características se encontrarían en algún lugar entre el ajuste exponencial de Holt y el de Winter. Aunque los modelos de Holt y de Winter no se cubren en detalle, el lector puede desear investigar esas variaciones si el ajuste exponencial parece aplicarse a los datos.

Note que los modelos varían de simples a complejos.

Aunque terminados tales como corto, mediano y largo son relativos según el contexto en la cual se utilizan, en la proyección empresarial corto plazo se refiere usualmente a menos de tres meses, mediano plazo de tres meses a dos años, y a largo plazo a más de dos años. Por lo general los modelos a corto plazo se compensan con la variación aleatoria y se ajustan para los cambios a corto plazo

(tales como las respuestas de los consumidores a un nuevo producto). Las proyecciones a mediano plazo son útiles para los efectos estacionales y los modelos a largo plazo detectan las tendencias generales y son también muy útiles en la identificación de los principales puntos críticos. La selección de un modelo de proyección por parte de una firma depende de:

- El horizonte de un tiempo para realizar la proyección.
- La disponibilidad de los datos.
- La exactitud requerida.
- El tamaño del presupuesto de proyección.
- La disponibilidad de personal calificado.

Chase, R. et. al. (2000), manifiesta que al seleccionar un modo de proyección, se deben tener en cuenta otros temas tales como el grado de flexibilidad de la firma (cuanto más grande sea la capacidad para reaccionar con rapidez, menor será la necesidad de que la proyección sea exacta). Si la decisión sobre una gran inversión de capital va a basarse en una proyección, esta debe ser excelente.

i. Selección del método de proyección

Según Chase, et. al. (2000), cita que el sistema puede ir desde herramientas sencillas y poco costosas (tales como los modelos de los promedios de movimiento y el ajuste exponencial implementados en una hoja de desarrollo), hasta programas costosos que requieren muchos recursos y personal.

Una empresa utiliza la proyección en la planeación de su inventario y los niveles de producción, al igual que en el desarrollo de nuevos productos, en el personal y en los presupuestos. En los productos, es poco costoso desarrollar proyecciones utilizando el promedio de movimiento simple, el promedio de movimiento ponderado o el ajuste del inventario llevados por una firma. La elección de alguno de estos tres métodos se basa en las condiciones de mercado.

6. Demanda de los clientes

Chapman, S. (2006), indica que la demanda de artículos finales proviene principalmente de dos fuentes. La primera es la demanda de los clientes conocidos que han pedido específicos, como aquellos generados por el personal de ventas o por las transacciones interdepartamentales.

Estos pedidos tienen generalmente fechas de entrega pactadas, y no hay proyecciones involucradas, simplemente se suman. La segunda fuente es la demanda proyectada: estos son los pedidos de la demanda independiente para lo cual se hace uso de los diferentes métodos de proyección con la finalidad predecir la cantidad de producto que se va a fabricar a corto, mediano, o largo plazo. La demanda por parte de los clientes conocidos y la demanda proyectada se combinan y se convierten en la información para el programa maestro de producción.

Además de la demanda de productos finales, los clientes también ordenan partes y componentes ya sea como repuestos el servicio y la reparación. En general estas demandas de artículo menos complejas que el producto final no forman parte del programa de producción maestro: más bien, se alimentan directamente en el programa de planeación de requerimientos de materiales en los niveles apropiados.

7. Capacidad instalada

a. Definición

En términos de la industria manufacturera en general, la capacidad instalada se refiere al volumen de producción que se puede obtener con los recursos disponibles de una compañía en determinado momento (recursos como dinero, equipos, personal, instalaciones), etc.

La manera de obtenerla es calcular cuántas unidades de producto puede la empresa fabricar por hora, y multiplicar eso por las horas laborables disponibles.

Normalmente se calcula por familia de productos, ya que son los que comparten un proceso similar y nos puede dar una tasa de producción promedio. Por ejemplo, si habláramos de una máquina que puede producir 100 piezas por hora y que la empresa trabaja 8 horas al día, 5 días a la semana, hablaríamos de una capacidad instalada de:

$$100 * 8 * 5 = 4,000 \text{ piezas a la semana.}$$

Normalmente, como la producción en piezas es muy subjetiva, se manejan unidades como toneladas que se pueden procesar por unidad de tiempo. Si tienes información más específica del proceso que estás analizando, sería más fácil poder ayudar.

b. Método general para la administración de la capacidad.

Chapman, S. (2006), indica que la administración de la capacidad es una actividad de gran importancia para la dirección de una operación. Los mejores planes y programas de producción prácticamente no tendrán utilidad si no se determina la cantidad de capacidad apropiada para ejecutar tales planes.

Por lo tanto, la clave de la administración de la capacidad radica en comparar constantemente la capacidad disponible con la capacidad requerida para cumplir las necesidades de los clientes, según se definen en el plan maestro de producción y en el plan de requerimiento de materiales. Si existe una diferencia, el administrador responsable analizara las opciones y tomará de decisión de la mejor eficiencia de costos posible, el administrador puede elegir modificar la cantidad o los tiempos de la capacidad, cambiar la carga o ambas, muchas opciones que manejan la carga no estarán disponibles.

En el corto plazo, buena parte de la carga representa pedidos de los clientes.

Debido que se ha prometido la entrega a muchos de los clientes, resultará difícil alterar los compromisos.

El factor principal se centra entonces en el uso de soluciones relativamente corto plazo para administrar la cantidad y tipo de capacidad disponible para procesar la carga, existen varias opciones disponibles, entre ellas:

- Tiempo extra.
- Subcontratación.
- Contratación/despido de empleados.
- Contratación de trabajadores temporales.
- Desplazamiento de trabajadores de un centro de trabajo a otro(lo que supone flexibilidad por parte de la fuerza de trabajo).
- Utilización de rutas alternativas para el trabajo (aun cuando la trayectoria alternativa no sea igual de efectiva en algunos casos). De hecho, muchas empresas se han percatado de que si cuentan con una operación más eficiente que las alternativas, todas las tareas se seleccionarán para utilizarla, provocando con ello que se sature. Utilizar una operación menos eficiente puede ser preferible a no entregar el pedido a un cliente a la fecha prometida.

Sin embargo existen otras técnicas para administrar de formas eficiente la capacidad disponible como es la producción de lotes económicos.

c. Lote económico

Chapman, S. (2006), indica es aquella cantidad de unidades que deben solicitarse al proveedor en cada pedido, de manera que se logre minimizar el costo asociado a la compra y al mantenimiento de las unidades en inventario. El objetivo básico que se persigue al determinar el Lote Económico es la reducción de costos, a la vez que se responden dos preguntas claves:

¿Cuánto pedir?

¿Cuándo pedir?

Para determinar el lote económico debemos identificar cuáles son los costos asociados a los inventarios:

El cálculo del Lote Económico puede obtenerse a través de la aplicación de modelos matemáticos, cada uno de los cuales utiliza ciertos supuestos. Algunos de estos modelos son: Probabilístico, Determinístico.

La fórmula para calcular el lote económico es:

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

En donde:

K= costo de preparación de una orden o costo de pedido.

h= es el costo anual en unidades monetarias en que se incurre por mantener inventario.

D= demanda es la demanda anual.

Q=Tamaño óptimo del lote.

La cantidad económica de pedido o lote económico busca la reducción de los costos de producción esta reducción implica los siguientes gastos.

d. Costos de colocación del pedido

Este valor se considera fijo cualquiera sea la cuantía del lote, pues no están afectados por el tipo de políticas de inventarios. Está representado por el costo del formato de compra, tiempo de computador, el costo de enviar la orden de compra al proveedor, etc.

e. Costos de mantenimiento.

Se define como el costo de mantener una unidad o artículo durante un tiempo determinado. Los artículos que se almacenan en inventario, además están sujetos a pérdidas por robo, obsolescencia y deterioro.

f. Costos de ruptura

Está representado por la falta de un artículo durante un tiempo determinado. La característica principal es que a pesar del incumplimiento, el cliente prefiere esperar.

g. Costos de faltantes

Está representado por la falta de un artículo durante un tiempo determinado. En este caso la demanda no es cautiva, se pierde la venta y se pierde el cliente.

h. Costos de sobrantes

Este costo es causado por deterioro, obsolescencia, e inutilidad de un artículo o material cuando no es utilizado antes de un determinado tiempo.

8. Estado de inventarios

a. Definición

Según <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/mrp.pdf>. (2010), dice que los inventarios constituyen un activo en el balance general de la compañía, casi todos los ejecutivos contables o financieros consideran que mantenerlos implica un gasto significativo, y que su misión es minimizarlo lo más posible. Incluso las organizaciones de servicios cuentan con cierto inventario juega un papel clave para dirigir el negocio con efectividad. El objetivo de mantener una baja inversión de inventarios suele contradecir la forma de pensar de buena parte del personal de ventas y marketing, a quienes casi siempre les importa que la empresa cuente con un inventario considerable para poder atender rápidamente las solicitudes de los clientes.

b. Administración de inventarios

Es la eficiencia en el manejo adecuado del registro, de la rotación y evaluación del inventario de acuerdo a como se clasifique y qué tipo de inventario tenga la empresa, ya que a través de todo esto determinaremos los resultados (utilidades o pérdidas), de una manera razonable, pudiendo establecer la situación financiera de la empresa y las medidas necesarias para mejorar o mantener dicha situación.

c. Categorías de inventarios.

La primera categoría que podemos dividir los inventarios se basa en la fuente de la demanda. Básicamente hay dos maneras de clasificar el inventario de acuerdo con este parámetro.

d. Inventario de demanda independiente.

En este caso el origen de la demanda generalmente se da en fuentes ajenas a la propia compañía, representadas casi siempre por un cliente externo. Se denomina independiente en razón de que la demanda del inventario básicamente no está sujeta a las acciones de la empresa.

En muchos casos tal inventario está conformado por productos finales, es decir, artículos terminados y listos para la venta.

e. Inventario de demanda dependiente.

Según Chapman, S. (2006), manifiesta que la fuente del inventario de demanda dependiente está directamente subordinada a decisiones internas de la compañía, sobre todo lo que respecta a la decisión de que producto de fabricar, que en cantidad y en qué momento en este sentido es preciso señalar que podría considerarse una respuesta directa a los requerimientos de los clientes, pero de hecho muchas empresas pueden tomar decisiones de producción de momentos y volúmenes diferentes de lo que representa la demanda externa de los clientes. Desde este punto de vista el inventario vuelve a su definición original: capacidad almacenada.

Un ejemplo puede aclarar la diferencia. Suponga la compañía fábrica sillas. La demanda de sillas terminadas proviene de clientes externos, y puede considerársele demanda independiente. Por otro lado, la demanda de las partes para fabricarlas (asientos, respaldos, patas), es dependiente de la decisión interna respecto de cuantas sillas fabricar y cuanto hacerlo.

Comprender la diferencia entre inventario independiente y dependiente es muy importante para la planificación y el control de la producción. Los métodos y sistemas utilizados para planificar y controlar el inventario independiente son muy diferentes de los que se emplean para el inventario dependiente, y generan sistemas que también son muy distintos entre sí incluso el método para calcular la demanda en cada caso es diferente. La demanda independiente casi siempre es pronostica y determina mediante el ingreso de pedidos de ventas. La demanda dependiente, por otro lado puede calcularse con base en el programa que indica que fabricar y cuando hacerlo.

f. El inventario de seguridad

Es el acervo que se mantiene “por si acaso”. En una empresa pueden presentarse diversas situaciones que afectan el flujo normal de trabajo dentro de la operación. Es posible que los trabajadores se ausenten, que los proveedores retrasen la entrega de pedidos o se equivoquen de productos, que ocurren respecto de la calidad, que las maquinas se descompongan, etc. EL inventario que se mantiene explícitamente para proteger la organización ante la posibilidad de que se dé uno o varios de estos problemas se denominan inventario de almacenamiento temporal, o inventario de seguridad.

g. El inventario de anticipación.

Según Chapman, S. (2006), indica que es aquel que se acumula con propósito de anticiparse a un exceso de demanda respecto de la producción normal. Los dos objetivos que intenta lograr con este tipo de inventario son: dar cabida a una demanda estacional, o contar con material suficiente para que la operación de marketing haga promociones. Durante los periodos de baja demanda casi siempre se da una acumulación de inventario de aquellos productos que cuentan con alta demanda estacional; esto se hace con el objetivo de atender la demanda de los clientes durante la temporada pico. Además, si el grupo de marketing planea una promoción especial o la campaña de venta de cierto producto, la demanda puede (si el programa es exitoso), incrementarse de manera significativa. Muchas empresas han aprendido por el camino difícil que panificar una promoción sin

contar con un inventario apropiado para satisfacer la demanda generada puede ser bastante dañino para las relaciones con los clientes.

h. Finalidad de la Administración de Inventarios.

La administración de inventario implica la determinación de la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en que deberán colocarse los pedidos y las cantidades de unidades a ordenar. Existen dos factores importantes que se toman en cuenta para conocer lo que implica la administración de inventario:

El inventario mínimo es cero, la empresa podrá no tener ninguno y producir sobre pedido, esto no resulta posible para la gran mayoría de las empresa, puesto que debe satisfacer de inmediato las demandas de los clientes o en caso contrario el pedido pasara a los competidores que puedan hacerlo, y deben contar con inventarios para asegurar los programas de producción. La empresa procura minimizar el inventario porque su mantenimiento es costoso. Ejemplo: al tener un millón invertido en inventario implica que se ha tenido que obtener ese capital a su costo actual así como pagar los sueldos de los empleados y las cuentas de los proveedores. Si el costo fue del 10% al costo de financiamiento del inventario será de 100.000 al año y la empresa tendrá que soportar los costos inherentes al almacenamiento del inventario.

D. PLANEACIÓN Y REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Según Chase, et. al. (2000), cita que los sistemas de planeación de requerimientos de materiales (MRP), se han instalado casi universalmente en las empresas del sector manufacturero, e incluso en aquellas que se consideran pequeñas. La razón es que la MRP es un enfoque lógico y fácil comprensión del problema de determinar el número de partes, y componentes.

Todos los sistemas de producción tienen una capacidad y recursos limitados. Esto representa un desafío para el programador maestro. Mientras que el plan total provee la gama general de la operación el programador maestro debe especificar exactamente qué es lo se va producir. Estas decisiones se toman respondiendo a

la vez a las presiones de las diferentes áreas funcionales, tales como el departamento de ventas (se ajusta a la fecha de vencimiento prometida la cliente), el de finanzas (minimiza el inventario), la gerencia (maximiza la productividad y el servicio al cliente, minimiza las necesidades de recursos), y la fabricación (tiene programas nivelados y minimiza el tiempo de preparación).

Para determinar un programa aceptable y factible que se extienda al taller, se corren programas de producción maestros de prueba a través de un programa de MRP. Las piezas de pedidos planeados resultantes (programas de producción detallados), se verifican para tener la seguridad de que los recursos están disponibles y que los tiempos de terminación son razonables. Lo que parece ser un programa maestro factible puede requerir recursos excesivos una vez que la explosión del producto haya tenido lugar y los materiales, partes y componentes de los niveles inferiores se hayan determinado. Si esto ocurre, el programa maestro de producción se modifica con estas limitaciones y se corre nuevamente el programa MRP: para garantizar una buena programación maestra, el programador maestro (el ser humano), debe:

- Incluir todas las demandas de ventas de productos, reposición de depósitos, repuestos y requerimientos entre plantas.
- Nunca perder de vista el plan total.
- Involucrarse con las promesas de pedidos de los clientes.
- Ser visible en todos los niveles de la gerencia.
- Tratar de manera objetiva en los conflictos relacionados con la fabricación, el mercadeo y la ingeniería.
- Identificar y comunicar todos los problemas.

El tema de la M.P.R es “Llevar los materiales correctos al lugar correcto y en el momento correcto.”

Los objetivos del manejo del inventario bajo un sistema de MRP son los mismos que bajo cualquier sistema de manejo del inventario: mejorar el servicio al cliente, minimizar la inversión en el inventario maximizar la eficiencia operativa de la

producción. La filosofía de la planeación de requerimientos de materiales es que estos deben enviarse (de prisa), cuando la falta de ellos pueda retrasar el programa de producción general y demorarse cuando el programa se atrasa y se pospone su necesidad. Tradicionalmente, y quizás aun típicamente, cuando un pedido está detrás del programa se hacen grandes esfuerzos para tratar de llevarlo de nuevo al mismo. Sin embargo, lo opuesto no resulta siempre cierto; cuando un pedido por la razón que fuere, tiene demora su fecha de cumplimiento, no se hacen ajustes apropiados en el programa.

Esto da como resultado un esfuerzo de un solo lado: los pedidos posteriores se apresuran pero aquellos que se realizan tempranamente no se programan para después. A parte de utilizar tal vez una escasa capacidad, es preferible no tener materias primas ni trabajo en proceso antes de que aparezca la necesidad real por cuanto los inventarios paralizan las finanzas, trastornan los depósitos, prohíben los cambios de diseño e impiden la cancelación o el aplazamiento de pedidos.

1. Estructura del sistema de planificación de los requerimientos de materiales

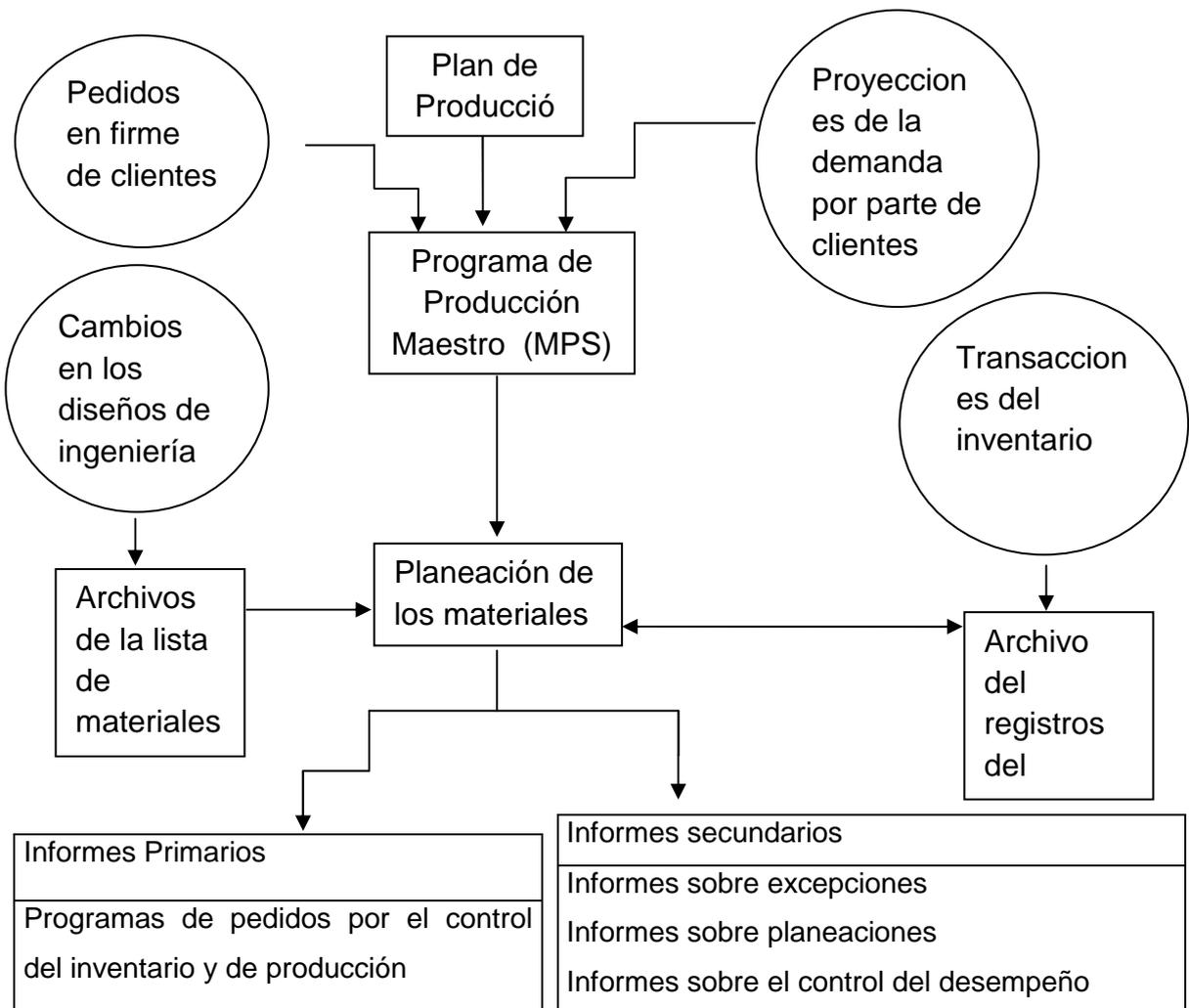
Según Chase, et. al. (2000), cita que la porción de actividades de la fabricación de la planeación de requerimientos de materiales interactúan más estrechamente con el programa maestro, el archivo de la lista de materiales, el archivo de registro de inventario y los informes de producción, pero esencialmente, el sistema de MRP funciona de la manera siguiente: los pedidos de productos se utilizan para crear un programa de producción maestro, que indica el número de artículos que van a producirse durante unos periodos de tiempo específicos.

El archivo de la lista de materiales identifica los materiales específicos utilizados para hacer cada artículo y las cantidades correctas de cada uno. El archivo de registros del inventario contiene datos tales como el número de unidades disponibles sobre el pedido. Estas tres fuentes – programa de producción maestro, archivo de la lista de materiales y el archivo registros del inventario – se convierten en las fuentes de datos para el programa de requerimientos de

materiales, que expanden el programa de producción hacia un detallado plan de programación de pedidos para todas la secuencia de producción mostrado en el gráfico 2.

Para el proceso del plan de requerimiento de materiales se utiliza por supuesto, cierta terminología y una estructura formal, a continuación se presenta los términos del MRP.

Gráfico 2. Estructura del sistema de planificación de los requerimientos de materiales.



a. Tiempo de espera por adquisición.

Es el tiempo que necesita el proveedor para entregar las partes, en caso de que estas adquieran de una fuente externa.

b. Lista de materiales.

Son los materiales, insumos, aditivos que van a formar parte del producto final. Se le conoce también con el nombre de estructura de producto.

c. Requerimientos brutos.

Según Chase, R. et. al. (2000), manifiesta que los requerimientos brutos representa la cantidad total necesario del artículo sobre una base semanal o la cantidad a utilizar durante el periodo.

En el nivel más alto de la lista de materiales, los requerimientos brutos casi siempre representan el insumo principal para generar la mayoría de los componentes necesarios. Si el artículo que se está planificando se encuentra en un nivel debajo del producto planificado en el programa maestro, los requerimientos brutos para el artículo serán principalmente los valores del PMP para el producto planificado de un programa maestro.

d. Recepciones programadas.

Representan los pedidos que ya hayan sido comprometidos, ya sean como una orden de producción o como una orden de compras. Son importantes porque representan unos compromisos reales de recursos de la empresa.

e. Proyección de disponibilidad.

Representa el inventario disponible del componente al término del periodo semanal.

f. Requerimientos netos.

Es la cantidad necesaria para la semana una vez que los requerimientos brutos se han ajustado respecto del inventario disponible y las recepciones programadas.

g. Liberación planificada de pedidos.

Según Chase, R. et. al. (2000), cita que es la cantidad de requerimiento neto que serán ordenados o liberados al inicio del periodo según la planificación, tomando en cuenta los tamaños del lote y el tiempo de espera. Las liberaciones planificadas del pedido suelen ser calculadas por la computadora en este caso, el equipo tiene libertad de moverlas o modificar su cantidad con base en las reglas programadas.

E. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Según Echeverria, P. (2011), indica que este es el último paso dentro del proceso jerárquico de planificación y control, lo constituye el programa final de operaciones, el cual le permitirá saber a cada trabajador o a cada responsable de un centro de trabajo lo que debe hacer para cumplir el plan de materiales y con él, el MPS, el plan agregado y los planes estratégicos de la empresa.

Estas actividades, se enmarcan dentro de la fase de ejecución y control, que en el caso de las empresas se denomina gestión de talleres. Un taller de trabajo, se define como una organización funcional cuyos departamentos o centros de trabajo se organizan alrededor de ciertos tipos de equipos u operaciones; en ellos, los productos fluyen por los departamentos en lotes que corresponden a los pedidos de los clientes.

Es importante dentro de esta fase de gestión, tomar en consideración el tipo de configuración productiva que tiene el taller, pues dependiendo de esta, así mismo será la técnica o procedimiento a emplear en su programación y control.

Básicamente, la generalidad de los autores consultados, plantea, que la configuración de los talleres puede ser de dos tipos:

1. Talleres de configuración continua o en serie

Según Echeverria, P. (2011), dice que son aquellos en donde las máquinas y centros de trabajo se organizan de acuerdo a la secuencia de fabricación (líneas de Ensamblaje), con procesos estables y especializados en uno o pocos productos y en grandes lotes. En ellos, las actividades de programación están encaminadas principalmente, a ajustar la tasa de producción periódicamente.

2. Talleres de configuración por lotes

En los que la distribución de máquinas y centros de trabajo, se organizan por funciones o departamentos con la suficiente flexibilidad para procesar diversidad de productos. Estos pueden ser de dos tipos.

a. Configurados en Flow Shop

Donde los distintos productos siguen una misma secuencia de fabricación.

b. Configurados en Job Shop

Según Echeverria, P. (2011), manifiesta que son aquellos donde los productos siguen secuencias de fabricación distinta.

Así mismo, en la práctica, muchos talleres debido a las necesidades de fabricación y exigencias competitivas del mercado actual, han adoptado configuraciones híbridas, de las cuales, la más generalizada es la configuración celular o células de manufactura.

Estas constituyen un sistema de fabricación diseñado para procesar familias de piezas, con una distribución física tal, que permite simplificar los procedimientos de planificación y control.

En términos generales y en el caso más complejo, las actividades que se presentan en la programación y control de operaciones son:

Asignación de cargas, Secuenciación de pedidos y programación detallada. A estas, agregan otras dos: Fluidez y Control de insumo/producto.

El cumplimiento de estas actividades debe responder a las siguientes preguntas del programador.

- ¿Qué capacidad se necesita en el centro de trabajo?
- ¿Qué fecha de entrega se debe prometer en cada pedido?
- ¿En qué momento comenzar cada pedido?
- ¿Cómo asegurar que los pedidos terminen a tiempo?

Las pregunta 1 puede ser resuelta a través de los análisis de carga; las preguntas 2 y 3 se resuelven con la aplicación de las técnicas de Secuenciación y la programación detallada y la pregunta 4 con el análisis de fluidez y el control insumo producto.

c. Asignación de carga

Esta se define como la asignación de tareas a cada centro de trabajo o de proceso, que permite controlar la capacidad y la asignación de actividades específicas en cada centro de trabajo. En general las técnicas más empleadas en la asignación de carga son: Gráficos Gantt, perfiles de carga o diagramas de carga, métodos optimizadores y soluciones Heurísticas.

d. Secuenciación de pedidos

Según Echeverria, P. (2011), cita que esta actividad consiste, en la determinación del orden en que serán procesados los pedidos en cada centro de trabajo, una vez establecida la existencia de capacidad. El problema de la Secuenciación se hace más complejo en la medida que aumenta el número de centros de trabajo, sin importar la cantidad de pedidos.

III. DISCUSION

Para la presente investigación bibliográfica se consideró la toma de datos del área de yogur y área de despacho de producto terminado de la industria láctea San Antonio ubicada en el parque industrial de la ciudad de Cuenca que es una de las empresas que se encarga de la producción y comercialización de yogur de sabores como ejemplo didáctico para la elaboración de un plan maestro de producción.

A. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Según Gaither, N. Frazier, G. (2000), manifiesta que el plan maestro de producción fija la cantidad de cada uno de los artículos que se producirán, para ser completada cada semana en un horizonte corto de planeación de la gama de los artículos para que al terminar los artículos puedan ser mandadas al cliente o al almacén de productos terminados.

1. Objetivos del plan maestro de producción

Los objetivos del plan maestro de la producción son dos y son:

Programar los artículos que se terminaron puntualmente para satisfacer a los clientes.

Programar para evitar sobrecargas y cargas ligeras, facilita la producción para utilizar la capacidad de manera eficiente.

Mientras que Chase, R. et. al. (2000), manifiesta que un efectivo. MPS debe proporcionar las bases para establecer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos de la empresa y resolver las negociaciones entre la fabricación.

- Las unidades en que puede ser expresado un MPS son:
- Artículos acabados en un entorno continuo (Make to stock).

- Módulos en un entorno repetitivo (Assemble to stock).
- Pedido de un cliente en un entorno de taller (Make to Order).

En cambio Chapman, S. (2006), cita que el programa maestro se refiere a los artículos finales. Sin embargo, si el artículo final es bastante grande o costoso, el programa maestro puede programar más bien los principales subensambles o componentes.

Todos los sistemas de producción tienen una capacidad y recursos limitados. Esto representa un desafío para el programador maestro. Mientras que el plan total provee la gama general de la operación el programador maestro debe especificar exactamente qué es lo que se va a producir. Estas decisiones se toman respondiendo a la vez a las presiones de las diferentes áreas funcionales, tales como el departamento de ventas (se ajusta a la fecha de vencimiento prometida al cliente), el de finanzas (minimiza el inventario), la gerencia (maximiza la productividad y el servicio al cliente, minimiza las necesidades de recursos), y la fabricación (tiene programas nivelados y minimiza el tiempo de preparación).

Para determinar un programa aceptable y factible que se extienda al taller, se corren programas de producción maestros de prueba a través de un programa de MRP. Las piezas de pedidos planeados resultantes (programas de producción detallados), se verifican para tener la seguridad de que los recursos están disponibles y que los tiempos de terminación son razonables. Lo que parece ser un programa maestro factible puede requerir recursos excesivos una vez que la explosión del producto haya tenido lugar y los materiales, partes y componentes de los niveles inferiores se hayan determinado. Si esto ocurre (el caso usual), el programa maestro de producción se modifica con estas limitaciones y se corre nuevamente el programa M.R.P para garantizar una buena programación maestra, el programador maestro.

Mientras que Echeverría, P. (2011), cita que el plan maestro de producción es su sigla establece el volumen final de cada producto que se va a terminar cada semana del horizonte de producción a corto plazo. Los productos finales son productos terminados o componentes embarcados como productos finales. Estos

pueden embarcarse a clientes o ponerse en inventario. Los gerentes se reúnen semanalmente para revisar los pronósticos del mercado, los pedidos de clientes, los niveles de inventario, la carga de instalaciones y la información de la capacidad de manera que se pueda desarrollarse los planes maestros de producción.

El plan maestro de producción debe indicar que productos deben fabricarse y sobre todo cuando debe estar disponible, considerando que para la elaboración de este sistema de producción se considera determinadas variables como los pronósticos, la capacidad, el estado de inventarios, la demanda existente.

Según mi criterio el plan maestro es un sistema de planificación a corto plazo que establece la cantidad de producto que debo producir para lo cual involucra determinadas variables como el estado de inventario el cual nos indica qué cantidad de insumos y materia prima, producto terminado dispongo en bodega, para determinar si debo emitir órdenes de compras para comenzar el proceso de fabricación.

Otro de los elementos esenciales que se debe considerar es la capacidad que dispone la planta de producción, esta capacidad disponible involucra algunos factores como número de trabajadores, que cuenta la planta, número de horas laborables, tipo de maquinaria y capacidad que posee cada equipo, además se debe tomar en consideración la efectividad de cada uno de los obreros, el desempeño que tiene en cada uno de las tareas encomendadas.

Una de las variables a considerar en este sistema de planificación es la demanda existente (pedidos de los clientes), que nos indica el número de unidades que debe producir mi empresa, siendo estos pedidos comprometidos por escrito entre el cliente y la empresa. Un aspecto importante que se debe tomar en cuenta son los pronósticos estos nos indica que ocurrirá en el futuro con la demanda, los pronósticos son esenciales debido a que nos advierte que medidas debemos tomar a corto, mediano y largo plazo. En algunas industrias utilizan los pronósticos como una herramienta importante para determinar qué cantidad de insumos y materia prima requiero comprar para los próximos días, meses o e

incluso años debido a que existen épocas en que escasean la materia prima y se requiere un aprovisionamiento oportuno para evitar posibles pérdidas económicas.

Por lo tanto se ha creído conveniente la aplicación de este sistema en la producción de yogur con la finalidad de desarrollar un plan maestro que satisfaga la demanda existente en el mercado cumpliendo a tiempo con los compromisos adquiridos con los clientes, y utilizado de manera eficiente la capacidad disponible de tal forma que se reduzcan los costos de producción en la empresa.

Por lo tanto se investigara las variables del plan maestro para conocer como estas influyen en la elaboración de este sistema de planificación.

2. Pronósticos

Según Chase, R. et. al. (2000), indica que las proyecciones de pronóstico son viables para toda organización empresarial y para toda decisión gerencial importante. La proyección constituye la base de planeación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad las proyecciones proporcionan la base de la planeación presupuestaria y del control de costos.

El mercadeo se trata de la proyección de las ventas para planear los nuevos productos, y compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. El personal de producción, y operaciones utiliza las proyecciones para tomar decisiones periódicas que involucran la selección de los procesos, la planeación de la capacidad y la disposición de las instalaciones, al igual que las continuas decisiones acerca de la planeación de la producción, su programación y el inventario.

Es necesario tener en mente que una proyección perfecta es usualmente imposible.

Existen demasiados factores en el medio empresarial que no pueden predecirse con certeza. En consecuencia en lugar de buscar una proyección perfecta, es

mucho importante establecer la práctica de revisar continuamente las proyecciones y aprender a vivir con proyecciones inexactas. Esto no significa que no se intente mejorar el modelo y la metodología para llevarlas a cabo si no se trata de encontrar y utilizar el mejor método de proyección disponible, dentro de lo posible.

Para realizar la proyección una buena estrategia es utilizar dos o tres métodos y observarlos desde el punto de vista del sentido común.

Chase, R. et. al. (2000), cita que una empresa utiliza la proyección en la planeación de su inventario y los niveles de producción, al igual que en el desarrollo de nuevos productos, en el personal y en los presupuestos. En los productos, es poco costoso desarrollar proyecciones utilizando el promedio de movimiento simple, el promedio de movimiento ponderado o el ajuste del inventario llevados por una firma. La elección de alguno de estos tres métodos se basa en las condiciones de mercado.

Mientras que Cohen, R. (2008), indica que pronosticar es el arte y ciencia de predecir acontecimientos futuros.

Las decisiones empresariales siempre se toman con información insuficiente y con un margen de incertidumbre mayor o menor, dependiendo del tiempo y los recursos que se destinan a la búsqueda y el análisis de la información. Debemos entonces establecer algunas suposiciones y actuar.

Sabemos que nunca ocurrirá exactamente lo pronosticado; entonces, ¿para qué pronosticar?

Porque necesitamos una cierta base -aunque sea mínima-, un criterio, una justificación para el curso de acción que decidimos tomar. Porque a partir del pronóstico que generemos, estaremos decidiendo dónde alojar nuestros recursos financieros, tecnológicos y humanos.

Desde mi punto de vista los pronósticos son una herramienta para determinar qué ocurrirá con la demanda de nuestro producto a corto mediano y largo tiempo sin embargo no existe un método exacto debido a que existen factores que no podemos controlar. Por lo que es necesario trabajar con pronósticos inexactos el pronóstico desempeña un gran papel importante en diferentes industrias debido a que nos otorga información para planificar la producción como el número de unidades de producto terminado que debo producir en un determinado periodo, el pronóstico nos ayuda a determinar si se requiere aumentar o disminuir el recurso humano, permite en caso de que exista un aumento en la demanda la adquisición de nuevos equipos que tengan mayor capacidad, proporciona información para aprovisionarnos a tiempo de materia prima e insumos en caso de que estos escaseen en los próximos meses.

Existen diferentes tipos de proyecciones esos se clasifican en proyecciones cuantitativas y cualitativas en este caso de aplicar una proyección cuantitativa denominada promedio móvil simple debido a que es un método de proyección utilizada a corto plazo, y es poco costoso desarrollarlo, este tipo de proyección nos indicara que cantidad de producto terminado requiero producir para las próximas semanas de tal forma que pueda cumplir a tiempo con los compromisos adquirido con los clientes, considerando las variaciones y condiciones que existe en el mercado.

a. Promedio móvil simple.

Según Echeverria, P. (2011), manifiesta que esta técnica sirve para calcular el pronóstico de ventas para el siguiente periodo exclusivamente, como su nombre lo indica es un promedio que se obtiene n datos; para definir en forma práctica cuál será el mejor resultado, se deberá tomar en cuenta el de menor error al cuadrado $< (D-P)^2$. Estos n datos están en función de cómo queramos promediar u obtener resultados, con menor o mayor exactitud; n puede tomar valores comprendidos entre 2, 3, 4,5....etc. en la práctica es recomendable utilizar bloques de información que en promedio tengan 10 ó más datos, lo cual no permitirá una mejor interpretación o visión del comportamiento de ese producto o pronóstico, ejemplo:

La empresa Barcel S.A. de C.V. desea elaborar el pronóstico de ventas (o de la demanda) para uno de sus productos de mayor demanda en el mercado se le conoce como "chicharrones Barcel", este pronóstico de la demanda si requiere para el mes de octubre de 2003, para lo cual se debe considerar que $n= 2, 3, 4$, sabiendo que los últimos meses el área de mercadotecnia ha registrado la ventas mensuales los cuales se indica en el cuadro 2, 3, 4.

Cuadro 2. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES DOS.

Periodos Mensuales	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
Enero	30	-	-	-
Febrero	35	-	-	-
Marzo	28	32.5	-4.5	20.25
Abril	20	31.5	-11.5	132.25
Mayo	25	24	1	1
Junio	30	22.5	7.5	56.25
Julio	35	27.5	7.5	56.25
Agosto	40	32.5	7.5	56.25
Septiembre	50	37.5	12.5	156.25
Octubre	¿?	45		S = 478.5

Fuente: Echeverria, P. (2011).

Cuadro 3. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES TRES.

Periodos Mensuales	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
Enero	30	-	-	-
Febrero	35	-	-	-
Marzo	28	-	-	-
Abril	20	31	-11	121
Mayo	25	27.66	-2.66	7.07
Junio	30	24.33	5.66	32.14
Julio	35	25	10	100
Agosto	40	30	10	100
Septiembre	50	35	15	225
Octubre	¿?	41.66		S 585.21

Fuente: Echeverria, P. (2011).

Cuadro 4. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE CUANDO EL VALOR DE N ES CUATRO.

Periodos	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
Mensuales				
Enero	30	-	-	-
Febrero	35	-	-	-
Marzo	28	-	-	-
Abril	20	-	-	-
Mayo	25	28.25	-3.25	10.56
Junio	30	27	3	9
Julio	35	25.75	9.25	85.56
Agosto	40	27.5	12.5	156.25
Septiembre	50	32.5	17.5	306.25
Octubre	¿?	38.75		S 567.62

Fuente: Echeverria, P. (2011).

En base a esta técnica podemos determinar que el mejor pronóstico es de 45 unidades porque (D-P), 2 es menor con respecto a los otros datos.

Mientras que Oliveros, M. (2008), cita que la utilización de esta técnica supone que la serie de tiempo es estable, esto es, que los datos que la componen se generan sin variaciones importantes entre un dato y otro (error aleatorio=0) 2, esto es, que el comportamiento de los datos aunque muestren un crecimiento o un decrecimiento lo hagan con una tendencia constante.

Cuando se usa el método de promedios móviles se está suponiendo que todas las observaciones de la serie de tiempo son igualmente importantes para la estimación del parámetro a pronosticar (en este caso los ingresos). De esta manera, se utiliza como pronóstico para el siguiente periodo el promedio de la n valores de los datos más recientes de la serie de tiempo.

Utilizando una expresión matemática, tenemos.

Promedio Móvil = $\frac{\sum_{i=1}^n (n \text{ valores de datos más recientes})}{n}$

El término móvil indica que conforme se tienen una nueva observación de la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua de la ecuación y se calcula un nuevo promedio.

El resultado es que el promedio se moverá, esto es, conforme se tengan nuevos datos y se vayan sustituyendo en la fórmula, el valor del promedio irá modificándose.

No existe una regla específica que nos indique cómo seleccionar la base del promedio móvil. Si la variable que se va a pronosticar no presenta variaciones considerables, esto es, si su comportamiento es relativamente estable en el tiempo, se recomienda que el valor de n sea grande. Por el contrario, es aconsejable un valor de n pequeño si la variable muestra patrones cambiantes. En la práctica, los valores de n oscilan entre 2 y 10.

A mi criterio el pronóstico móvil simple es el más adecuado para determinar el pronóstico de ventas para el siguiente periodo debido es un método fácil de manejar, y es poco costoso desarrollar proyecciones otro aspecto importante por la que es recomendable es la disponibilidad de los datos, y la exactitud requerida, y se obtiene asiendo un promedio de n datos; para determinar en forma práctica cual será el mejor resultado se debe considerar el menor error al cuadrado $< (D-P)^2$.

Estos datos están en función de cómo queramos promediar u obtener resultados, con menor o mayor exactitud; n puede valores comprendidos entre 2, 3, 4,5....etc. como ejemplo didáctico se ha planteado un ejemplo aplicando este tipo de pronóstico en la producción de yogur como se muestra en el cuadro 3 tenemos lo siguiente:

b. Pronósticos de la demanda de yogurt.

Al pronosticar la demanda, aplicando el tipo de proyección denominado promedio móvil simple se utilizó datos como ejemplo didáctico de la demanda de yogurt que existió en las semanas pasadas de la industria de lácteos San Antonio.

Cuando el valor de n es igual a 2 se debe obtener promedios a partir de dos datos de manera sucesiva hasta obtener el pronóstico de la décima primera semana, para determinar que este pronóstico sea el correcto se deberá tomar en cuenta el de menor error al cuadrado $< (D-P)^2$. Por lo que se debe realizar un promedio cuando $n = 3$ como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE n ES IGUAL A DOS

	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
semana 1	555	-	-	-
semana 2	567	-	-	-
semana 3	565	561,0	4,0	16,0
semana 4	548	566,0	-18,0	324,0
semana 5	574	556,5	17,5	306,3
semana 6	570	561,0	9,0	81,0
semana 7	575	572,0	3,0	9,0
semana 8	570	572,5	-2,5	6,3
semana 9	580	572,5	7,5	56,3
semana 10	570	575,0	-5,0	25,0
semana 11	¿?	575,0		823,8

Fuente: Edison, L. (2012).

Cuando el valor de n es igual a 3 se debe obtener promedios a partir de tres datos de manera sucesiva hasta obtener el pronóstico de la décima primera semana, para determinar que este pronóstico sea el correcto se deberá tomar en cuenta el de menor error al cuadrado $< (D-P)^2$. Por lo que se debe realizar un promedio cuando $n = 4$ como se muestra en el cuadro 6.

Cuando el valor de n es igual a 4 se debe obtener promedios a partir de cuatro datos de manera sucesiva hasta obtener el pronóstico de la décima primera semana, para determinar que este pronóstico sea el correcto se deberá tomar en cuenta el de menor error al cuadrado $< (D-P)^2$. Como se indica en el cuadro 7.

Cuadro 6. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE N ES IGUAL A TRES.

	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
semana 1	555	-	-	-
semana 2	567	-	-	-
semana 3	565	-	-	-
semana 4	548	562,3	-14,3	205,4
semana 5	574	560,0	14,0	196,0
semana 6	570	562,3	7,7	58,8
semana 7	575	564,0	11,0	121,0
semana 8	570	573,0	-3,0	9,0
semana 9	580	571,7	8,3	69,4
semana 10	570	575,0	-5,0	25,0
semana 11		573,3		684,7

Fuente: Edison, L. (2012).

Cuadro 7. PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE YOGURT CUANDO EL VALOR DE N ES IGUAL A CUATRO.

	Demanda (D)	Pronósticos (P)	(D-P)	(D-P) ²
semana 1	555,0	-	-	-
semana 2	567,0	-	-	-
semana 3	565,0	-	-	-
semana 4	548,0	-	-	-
semana 5	574,0	558,8	15,3	232,6
semana 6	570,0	563,5	6,5	42,3
semana 7	575,0	564,3	10,8	115,6
semana 8	570,0	566,8	3,3	10,6
semana 9	580,0	572,3	7,8	60,1
semana 10	570,0	573,8	-3,8	14,1
semana 11		573,8		475,1

Fuente: Edison, L. (2012).

En base a esta técnica podemos determinar que el mejor pronóstico es de 574 unidades de yogurt de un litro porque (D-P)², es menor con respecto a los otros datos.

3. Estado de inventarios

Según Moreno, G. (2011), indica que es uno de los activos más grandes existentes en una empresa. El inventario aparece tanto en el balance general como en el estado de resultados. En el balance general, el inventario a menudo es el activo corriente más grande. En el estado de resultado, el inventario final se resta del costo de mercancías disponibles para la venta y así poder determinar el costo de las mercancías vendidas durante un periodo determinado. El inventario tiene como propósito fundamental proveer a la empresa de materiales necesarios, para su continuo y regular desenvolvimiento, es decir, el inventario tiene un papel vital para funcionamiento acorde y coherente dentro del proceso de producción y de esta forma afrontar la demanda

a. **Inventario de seguridad.**

Según Moreno, G. (2011), indica este tipo de inventario es utilizado para impedir la interrupción en el aprovisionamiento causado por demoras en la entrega o por el aumento imprevisto de la demanda durante un periodo de reabastecimiento, la importancia del mismo está ligada al nivel de servicio, la fluctuación de la demanda y la variación de las demoras de la entrega.

Mientras que Chapman, S. (2006), cita que la cantidad de producto que debe conformar el inventario de seguridad depende, en general, de dos aspectos. El primero es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera, y el segundo es el nivel de servicio al cliente que se desea lograr. La desviación estándar puede calcularse a partir de la experiencia, pero el nivel de servicio al cliente es determinado por la dirección de la empresa, casi siempre con base en la probabilidad de atender la demanda del cliente durante el ciclo de pedidos. El inventario de seguridad estándar supone una distribución normal de la demanda durante el tiempo de espera, y se calcula mediante la fórmula general:

$$IS = z\sigma_L$$

Donde IS es el inventario de seguridad, z es la marca estadística z correspondiente al nivel de servicio al cliente establecido y σ_L es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera. Algunos valores típicos para z son:

Nivel de servicio al cliente de 90%, $z = 1.29$

Nivel de servicio al cliente de 95%, $z = 1.65$

Nivel de servicio al cliente de 99%, $z = 2.33$

Evidentemente, entre más alto sea el nivel de servicio al cliente que se desea lograr, mayor será el inventario de seguridad para cualquier variación en la demanda durante el tiempo de espera.

Chapman, S. (2006), cita que en ocasiones la variación (desviación estándar), de la demanda está dada para un periodo diferente al tiempo de espera. En tales casos debe realizarse un cálculo adicional para determinar la desviación estándar durante el tiempo de espera. Suponga, por ejemplo, que el tiempo de espera está dado en días y la desviación estándar de la demanda se obtiene para un solo día. En tal caso, la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera o...se obtendría mediante la fórmula:

$$\sigma_L = \sigma_d \sqrt{TE}$$

Dónde d es la desviación estándar de la demanda para un día y TE es el tiempo de espera, en días. Esto también funciona en el caso de semanas, meses o cualquier otro periodo, siempre y cuando el tiempo de espera se exprese en las mismas unidades que la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.

b. Punto de reorden (punto del nuevo pedido).

Según Moreno, G. (2011), cita que el punto de nuevo pedido consiste en la existencia de una señal al departamento encargado de colocar pedidos, indicando que la existencia de determinado material ha llegado a cierto nivel y

que debe hacerse un nuevo pedido. El punto debe ser aquel que le permita seguir produciendo mientras llega el otro pedido.

Existen diversas técnicas para señalar el punto de reorden desde papeles en los estantes o anaqueles a los sistemas informativos que solicitan los pedidos automáticamente cuando se llega el nivel mínimo de inventarios.

Estos puntos de reorden deben ser aprobados y estudiados por los departamentos de compras y producción para su establecimiento y serán responsabilidad del departamento de producción junto con el almacén para su control y vigilancia. Debe haber instrucciones claras y precisas de lo que debe hacerse con las requisiciones colocadas.

Mientras que Chapman, S. (2006), indica que cuando se combinan el punto de reorden típico y el inventario de seguridad, se obtiene una nueva fórmula para calcular el punto de reorden:

$$R = dL + z\sigma_L$$

Como se estableció anteriormente, es preciso tomar en cuenta que el modelo todavía se basa en varios supuestos de simplificación, entre ellos el de contar con un tiempo de espera de reabastecimiento conocido y fijo, tener control total sobre la calidad del material recibido y disponer de la capacidad para reabastecer la cantidad CEP completa en un solo paso. Se han desarrollado otros modelos de administración de inventarios para manejar éstas y otras condiciones supuestas, pero se encuentran fuera del alcance de este libro. Sin importar estos supuestos de simplificación, siempre se debe tener presente que el modelo es lo bastante sólido para lograr una aproximación razonable de la mejor cantidad de reabastecimiento, incluso bajo condiciones de estabilidad que no sean las ideales.

Veamos ahora mediante un ejemplo sencillo cómo se integran estos conceptos:

Ejemplo.

Cierto artículo, al que denominaremos A, se vende en un almacén de rebajas, XYZ. El artículo cuenta con una demanda semanal promedio de 50 unidades, y una desviación estándar de seis unidades respecto de la demanda cada semana. El proveedor ha anunciado al almacén que necesita un tiempo de espera de 3 semanas para reabastecer el inventario de A, siendo \$12 el precio unitario del producto. XYZ calcula que incurre en un total de \$40 por concepto de costos administrativos cada vez que ordena el producto, y ha determinado que el costo anual de mantener el inventario equivale a 20% del costo del artículo. La dirección de la empresa estableció que le interesa mantener un nivel de servicio al cliente de 95 por ciento. Utilizando esta información y suponiendo que el año cuenta con 52 semanas, desarrolle la política de reabastecimiento de inventario más apropiada.

Por su parte, el inventario de seguridad será de:

$$1.65(6)\sqrt{3} = 17.14 \text{ o } 18 \text{ Unidades}$$

El punto de reorden total será, por lo tanto, igual a la demanda durante el tiempo de espera $(50)(3) = 150$, más las 18 unidades del inventario de seguridad, es decir, 168 unidades en total. Observe que las 17.14 unidades fueron redondeadas hacia arriba para garantizar un nivel de servicio al cliente de 95%, dadas las condiciones.

En cambio Chase, R. et. al. (2000), cita que un sistema de cantidad fija de pedido monitorea de manera perpetua el nivel del inventario y coloca un nuevo pedido cuando las existencias alcanzan cierto nivel R. El peligro de un agotamiento de las existencias en este modelo se presenta únicamente durante el plazo que transcurre entre el momento en que se coloca el pedido y el momento en que éste se recibe un pedido se coloca cuando la posición del inventario cae al punto de un nuevo pedido R. Durante el plazo (L), se hace posible una gama de demandas. Esta gama está determinada ya sea con base en los datos de la demanda pasada o en un cálculo (si los datos pasados no están disponibles).

La cantidad de reserva de seguridad depende del nivel de servicio deseado, como se analizó anteriormente. La cantidad que se debe ordenar, Q , se calcula de la manera usual considerando la demanda, el costo de los faltantes, el costo de los pedidos, el costo Q como el modelo Q_{opt} previamente analizado.

El punto del nuevo pedido se fija entonces para cubrir la demanda prevista durante el plazo más una reserva de seguridad determinada por el nivel de servicio deseado. Así pues, la diferencia clave entre un modelo de cantidad fija de pedido en el cual la demanda se conoce, y uno en el cual la demanda es incierto, esté en el cálculo del punto del nuevo pedido. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. El elemento de incertidumbre se tiene en cuenta en la reserva de seguridad.

El punto del nuevo pedido es el siguiente:

$$R = dL + z\sigma_L$$

Dónde:

R = Punto del nuevo pedido de unidades.

d = Demanda diario promedio

L = Plazo en días (tiempo transcurrido entre el momento de colocar un pedido y el momento de recibir los artículos)

Z = Número de desviaciones típicas para un nivel de servicio específico.

σ_L = Desviación estándar de utilización durante el plazo.

El término $z\sigma_L$ es el monto de la reserva de seguridad. Note que si la reserva de seguridad es positiva, el efecto es colocar un nuevo pedido más pronto. Esto es, sin la reserva de seguridad es simplemente la demanda promedio durante el plazo. Si se esperaba que la utilización del plazo fuera 20, por ejemplo, y que la reserva de seguridad fuera de cinco unidades, el pedido tendría que haber sido colocado más pronto, cuando quedaran 25 unidades. Entre más grande sea la reserva de seguridad, más pronto se colocará el pedido.

Desde mi punto de vista en el desarrollo del plan maestro el estado de inventario tiene una gran importancia debido a que este elemento nos da a conocer qué

cantidad de producto dispongo y cuanto debo producir para satisfacer la demanda existente.

En el desarrollo de un plan maestro existen 2 tipos de inventario que se los debe considerar siendo estos:

El inventario de seguridad es aquel que nos indica la existencia de un determinada cantidad de producto terminado, materia prima, insumos, que pueden ser utilizadas de tal manera que no exista una interrupción en el proceso de fabricación o en el abastecimiento del producto terminado a los clientes durante el tiempo que se demoren en la estriega de los pedidos y la fabricación del producto.

En una empresa pueden presentarse diversas situaciones que afectan el flujo normal de trabajo dentro de la operación. Es posible que los trabajadores se ausenten, que los proveedores retrasen la entrega de pedidos o se equivoquen de productos, que ocurren respecto de la calidad, que las maquinas se descompongan, etc. El inventario que se mantiene explícitamente para proteger la organización ante la posibilidad de que se dé uno o varios de estos problemas.

Par calcular el inventario de seguridad es necesario considerar el nivel de servicio al cliente que está dado por la dirección de la empresa, casi siempre con base en la probabilidad de atender la demanda del cliente durante el ciclo de pedidos. y por el tiempo de espera este tiempo de espera podrá estar dado en días , semanas siempre y cuando la desviación estándar se obtenga en el mismo tiempo días o semanas. Par calcular el inventario de seguridad se aplica la siguiente formula.

$$IS = z\sigma_d\sqrt{TE}$$

Donde σ_d es la desviación estándar de la demanda y TE , es el tiempo de espera, en días .Esto también funciona en el caso de semanas, meses o cualquier otro periodo y z es la marca estadística correspondiente al nivel del servicio al cliente, como ejemplo didáctico se ha aplicado este tipo de inventario

para el desarrollo de un plan para la producción de yogurt, tomando datos de la industria de lácteos San Antonio, como se demuestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. DEMANDA SEMANAL DE YOGURT.

Venta semanal de yogur presentación un litro	Demanda (D)
semana 1	555
semana 2	567
semana 3	565
semana 4	548
semana 5	574
semana 6	570
semana 7	575
semana 8	570
semana 9	580
semana 10	570

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

Para determinar la desviación estándar se utilizó una calculadora, aplicando En el modo SD. Se calculó la desviación estándar de la población proporcionando el siguiente resultado.

$$\sigma_d = 9.035.$$

Nivel de servicio al cliente de 95% = 1.65.

Tiempo de espera = 1 semana.

Aplicando la ecuación nos da lo siguiente:

$$IS = 1.65 (9.035) \sqrt{1}$$

$$IS = 14.90.$$

IS = 15 unidades de yogurt.

El punto de reorden por lo tanto será igual a demanda diaria por el tiempo que requiero para la producción y el aprovisionamiento de los insumos y materia prima para la producción de yogurt (tiempo de espera), más el valor del inventario de seguridad.

Para determinar el valor de la demanda diaria se consideró como ejemplo didáctico la demanda anual de la industria de lácteos San Antonio como se muestra en el cuadro 9 de la siguiente manera:

Cuadro 9. VENTA MENSUAL DE YOGURT PRESENTACIÓN 1 LITRO.

Ventas mensuales	
meses	cantidad
abril	2195
mayo	2232
junio	2241
julio	1837
agosto	1780
septiembre	1901
octubre	2145
noviembre	2270
diciembre	2116
enero	2381
febrero	2245
marzo	2318
demanda anual total	25661

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

Demanda semanal = $25661/52$ semanas.

Demanda semanal: 493 unidades de yogurt.

En este caso el tiempo de aprovisionamiento es de una semana (7 días)

Tiempo de espera = 1 semana.

Inventario de seguridad = 15 unidades de yogurt.

Aplicando la ecuación para determinar el punto de reorden:

$$R=493(1)+15$$

$$R=508 \text{ unidades de yogurt}$$

El punto de reorden total será, por lo tanto, igual a la demanda durante el tiempo de espera (493) (1) = 508, más las 15 unidades del inventario de seguridad, es decir, 508 unidades en total.

4. Capacidad disponible.

Un método para aprovechar al máximo la capacidad disponible que se tiene es la producción por lotes es decir se producirá lotes económicos de tal manera que se reduzcan los costos de producción, aprovechando de manera eficiente la capacidad que se tenga.

a. Modelo de cantidad fija de pedido (Lote óptimo de producción).

Los modelos de cantidad fija de pedido tratan de determinar el punto específico R en el cual se colocará un pedido y el tamaño del mismo, Q . El punto del pedido, R , es siempre un número específico de unidades. Un pedido de tamaño Q se coloca cuando el tamaño del inventario disponible (actualmente en almacenamiento y sobre pedido), alcanza el punto R . La posición del inventario se define como las cantidades disponibles más aquellas pedidas – aquellas pendientes. La solución a un modelo de cantidad fija de pedido puede estipular algo como esto: cuando la posición del inventario cae a 36, coloque un pedido por 57 unidades más.

Los modelos más sencillos de ésta categoría se presentan cuando todos los aspectos de la situación se conocen con certeza. Si la demanda anual de un producto es de 1000 unidades, es precisamente de 1,000 y no de 1,000 más o menos el 10%-. Lo mismo ocurre con los costos de preparación y de mantenimiento. Aunque el supuesto de la certeza total es raramente válido, provee una buena base para la cobertura de los modelos de inventario.

El análisis acerca de la derivación de una cantidad óptima del pedido óptima está basado en las siguientes características del modelo.

- La demanda del producto es constante y uniforme durante todo el período.
- El plazo (tiempo que transcurre desde el pedido hasta el recibo) es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo de mantenimiento del inventario se basa en el inventario promedio.

- Los costos de los pedidos o de preparación son constantes.
- Todas las demandas del producto serán satisfechas (no se permiten pedidos pendientes).
- Cuando la posición del inventario cae al punto R se coloca un nuevo pedido, el cual recibe al final del período de tiempo L que no varía en este modelo.

Ejemplo. Encuentre la cantidad económica del pedido sí.

Demanda anual (d)=1000 unidades.

Costo de los pedidos(S)=US 5 por pedido.

Costo de almacenamiento (H)=US1.25 por unidad por año.

¿Qué cantidad debe ordenarse?

$$Q = \sqrt{\frac{2DC}{H}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(1000)5}{1.25}}$$

Q= 89.4 Unidades.

Mientras que Chapman, S. (2006) , cita que el modelo conocido como Cantidad Económica de Pedido (CEP), intenta encontrar un equilibrio entre los costos de tener inventario y los costos de no tenerlo, ya que su objetivo general es minimizar el costo total.

El modelo básico conocido como Cantidad Económica de Pedido (CEP), intenta equilibrar los dos costos fundamentales asociados con el inventario: el costo de pedido y el costo de mantenimiento de inventario. El costo de pedido casi siempre se presenta en forma de costo de procesamiento si el material es fabricado, pero también puede referirse al costo de realizar una orden de compra si el material en cuestión se adquiere de un proveedor externo. El costo de mantener inventario es una combinación de todos los costos enumerados arriba, incluyendo el costo de capital, el cual suele constituir el elemento más grande del total. El costo de mantener inventario casi siempre se expresa como un porcentaje anual sobre el costo real del artículo. En muchos casos, la fórmula que se emplea para calcular la cantidad económica del pedido o lote económico es:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D es la demanda anual.

C es el costo por artículo.

Q * es la cantidad solicitada por pedido (lote económico).

H es el costo anual en unidades monetarias en que se incurre por. Mantener inventario (donde H es el costo por artículo, C, multiplicado por el porcentaje del costo anual de mantener inventario).

S es el costo de pedido (el costo de realizar una orden de compra si el material se adquiere, o el costo de procesamiento por lote si se le fabrica), ejemplo.

Sharp, Inc., una empresa que comercializa las agujas hipodérmicas indoloras en los hospitales, desea reducir sus costos de inventario mediante la determinación del número de agujas hipodérmicas que debe obtener en cada orden. La demanda anual es de 1000 unidades; el costo de preparación o de ordenar es de 10 dólares por orden; y el costo de manejo por unidad de año es de 50 centavos de dólar. Utilizando estos datos, calcule el número óptimo de unidades por orden (Q*), el número de órdenes

$$1. Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(1000)(10)}{0.50}}$$

$$Q^* = \sqrt{40000}$$

$$Q^* = 200 \text{ unidades}$$

Según mi punto de vista para aprovechar eficientemente la capacidad disponible en la industria de alimentos es necesario producir mediante lotes económicos es decir aplicar el modelo de económico de pedido que nos ayuda a disminuir los costos de producción, y utiliza la capacidad de manera eficiente evitando una sobre producción cumpliendo a tiempo con los compromisos adquiridos.

El modelo de la cantidad económica nos indica que cantidad de producto requiero fabricar con la finalidad de evitar un desabastecimiento, cumpliendo a tiempo con los pedidos de los clientes. Este modelo supone que cuando el inventario se

agota por completo es posible reabastecerlo de inmediato. Por supuesto, en la práctica esto es prácticamente imposible. El reabastecimiento requiere tiempo, sin importar de donde provenga el material, ya sea de una fuente interna, o de un proveedor externo. El tiempo necesario para realizar el reabastecimiento se denomina tiempo de espera para reabastecimiento.

Tomando en cuenta este tiempo de espera para reabastecimiento, resulta evidente la necesidad de levantar el pedido para resurtir el inventario antes de alcanzar el punto cero. Pero, ¿cuánto tiempo antes? El motivo por el que este modelo forma parte de la categoría basada en cantidad, radica en que la decisión de reabastecer se toma cuando todavía se cuenta con cierta cantidad de producto en el inventario. Tal cantidad se denomina punto de reorden, y está determinada por el nivel de inventario necesario para cubrir la demanda mientras se da el reabastecimiento. Como ejemplo didáctico se ha propuesto un ejemplo en la producción de yogur para lo cual se debe considerar los costos de producción del yogur.

Según Sacon, P. (2007), cita que los costos de producción de yogur aplicando diferentes niveles de estabilizantes varían según el porcentaje de estabilizante que se utilice en su elaboración como se indica en el cuadro 10.de la siguiente manera

Cuadro 10. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE YOGURT PERSA ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE ESTABILIZANTE.

COSTOS	Costo/kg	Nivel de estabilizante				
		0,0%	0,9%	1,1%	1,3%	1,5%
Leche, lt	0,280	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Fermento láctico, \$/g	0,004	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Estabilizante, g	0,016	0,000	0,720	0,880	1,040	1,200
Azúcar, kg	0,460	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276
Saborizante, g	0,010	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Envases plásticos, \$/unidad	0,100	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Gas, \$	1,600	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Mano de obra, \$		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Costo Total, \$		4,656	5,376	5,536	5,696	5,856
Litros yogur producidos		5,21	6,05	6,17	6,30	6,42
Costo prod./lt yogur, \$		0,893	0,889	0,897	0,905	0,912
Costo venta, \$/kg		1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
INGRESOS TOTALES, \$		6,258	7,258	7,407	7,556	7,705
BENEFICIO/COSTO		1,34	1,35	1,34	1,33	1,32

Fuente: Sacón, P. (2007).

De los resultados del análisis económico el cual establece que el costo de producción de yogurt al aplicar un 0 % de estabilizante es de 0.893 siendo su costo de venta de 1.20 es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.30 mientras que al aplicar el 1.5 % de estabilizante se obtiene un rendimiento mayor de 6.42 con un costo de producción de 0.912.

Mientras que Ramírez, N. (2002), cita que el efecto de la adición de tres niveles de suero de queso en la elaboración de yogurt influye en los costos de producción como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE SUERO DE QUESO ACIDIFICADO.

COSTOS	Costo	Niveles de suero de queso acidificado			
		0,0%	5,0%	10,0%	15,0%
Leche pasteurizada, \$/lt	0,43	86,00	86,00	86,00	86,00
Suero de leche, \$/lt	0,01	0,00	0,08	0,16	0,24
Fermento láctico, \$/g	0,05	0,50	0,52	0,54	0,56
Saborizante, \$/g	0,01	0,20	0,21	0,22	0,22
Envases, \$	0,15	30,00	31,20	32,40	33,60
Mano de obra		2,00	2,00	2,00	2,00
Costo Total, \$		118,70	120,01	121,32	122,62
Litros yogur producidos		200,00	208,00	216,00	224,00
Costo producción, \$/lt		0,59	0,58	0,56	0,55
Costo venta, \$/lt		0,95	0,95	0,95	0,95
UTILIDAD \$/lt		0,36	0,37	0,39	0,40
INGRESOS TOTALES, \$		190,00	197,60	205,20	212,80
BENEFICIO/COSTO		1,60	1,65	1,69	1,74

Fuente: Ramírez, N. (2002).

De los resultados del análisis económico establece que el costo de producción de yogur al aplicar un 0 % de suero de queso acidificado es de 0.59 siendo su costo de venta de 0.95 es decir que por cada dólar invertido se obtiene una

ganancia de 0.36 mientras que al aplicar el 4 % de suero de queso acidificado se obtiene una utilidad mayor de 0.37 siendo el costo de producción de 0.58

Según mi criterio los costos de producción de yogurt involucran los costos de cada insumo y materia prima que se utilice y el costo total de la mano de obra que se requiera a diario para su elaboración como se describe en el cuadro 12.

Cuadro12. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE YOGURT (500 LITROS).

RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Leche fresca	500 lt	0.4	200.0
Fermento láctico	4 sobre	7.50	30.00
Estabilizante	1.5Kg (3%)	8.0	12.00
Azúcar	45 Kg (9%)	1.0	45.0
Conservante	0.150 Kg (0.03%)	1.50	0.22
Colorante	200 ml	0.025	5.0
Saborizante	200 ml	0.025	5.0
Envases	608	0.25	150
Otros	1	1.60	1.60
TOTAL			448.8

Fuente: Villegas, R. (2012).

Otro aspecto fundamental que se debe considerara es el número de operarios que se requiere para ejecutar la elaboración de yogur y el salario diario que ganan cada operario y técnico en este caso se contara con un técnico cuyo salario diario será de 14 dólares y de tres operarios cuyo salario será de 9 dólares cada uno teniendo un costo de mano de obra de 41 dólares diarios, este valor será considerado como un costo directo y servirá para calcular el costo total.

Otro aspecto importante en la producción de yogur son los costos indirectos siendo estos los que se describe en el cuadro 13.

Cuadro 13. COSTOS INDIRECTOS.

Rubro	Costos \$
Luz	8.0
Agua	2.0
Acopio	4.0
Depreciación	0.08
TOTAL	10.08

Fuente: <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/406.pdf>.2010.

Durante el proceso de venta del producto se presenta otros costos indirectos como se describe en el cuadro 14.

Cuadro 14. COSTOS POR CONCEPTOS DE VENTAS

Ventas	Costos \$/día
Pedidos y cobranzas	4.0
Reparto	4.0
TOTAL	8.0

Fuente: <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/406.pdf> 2010.

Siendo el costo total igual a los costos directos más los costos indirectos tenemos Costo directo [489.82] + Costo Indirecto [18.08] = Costo Total 508.02 dólares.

Para determinar cuál es el costo por unidad de producto de debe considerar el costo total y el rendimiento que tiene el yogur teniendo lo siguiente:

C.U. = Costo total / Rendimiento = 508.02/574 lt = \$ 0.89 dólares.

0.89 es el costo por unidad de producto

La utilidad es igual a: costo unitario +% de utilidad teniendo lo siguiente:

Costo unitario [0.89] + 15% [C.U] = \$ 1.023 dólares.

Costo de Venta \$ 1.0 dólares.

Según mi criterio el lote óptimo de producción, busca encontrar la cantidad optima de producto que requiero fabricar reduciendo los costos de producción.

La fórmula para calcular el lote económico es:

K =Costo de preparación de una orden.

h =costo de almacenamiento o mantenimiento por unidad de producto y por unidad de tiempo.

D =Demanda anual.

D = 25661 frascos de yogur.

Q =Tamaño del lote.

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

Aplicando esta fórmula en la producción de yogurt:

K = costo de preparación de una orden.

K = Rendimiento * costo unitario.

K =570 frascos*\$ 0.89 dólares.

K =510.86 dólares.

h = es el costo anual en unidades monetarias en que se incurre por mantener inventario donde h es el costo por articulo multiplicado por el porcentaje del costo anual de mantener inventario.

Según mi criterio este caso el costo por mantener inventario se refiere al costo que se genera por mantener mi producto en almacenamiento es decir en stock, en la industria láctea por lo general para el caso del yogurt los productos terminados, permanecen en almacenamiento máximo 4 días.

Entonces para obtener el costo por inventario anual debemos considerar las 52 semanas que posee un año, el costo unitario de una unidad de yogurt, y los días que se encuentra en almacenamiento, para este último dato se deberán transformar los días en semanas teniendo lo siguiente:

1 semana equivale a 7 días, y 4 días equivale a 0.5714 semana.

El valor de h es igual a:

h = 0.89*0.5714*52.

h =26.44 dólares.

El costo anual por mantener por mantener en inventario cada producto es de 26.44 dólares.

Reemplazando la ecuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2(510.86)(25661)}{26.44}}$$

Q=996 frascos de yogurt.

El tamaño óptimo de cada lote de yogurt es de 996 frascos de yogurt.

5. Demanda (pedidos de los clientes)

Según Yáñez, C. (2003), cita que la demanda teórica actual corresponde a un consumo per capital de yogurt de 0.089 litros de yogurt. En la prueba de dustbin check que se utilizó para reforzar los datos obtenidos de los registros y que correspondió a 0.41 litros de yogurt se obtuvo el per capital promedio de 0.25 litros de yogurt DE La Unidad Patria-9 en el futuro considerando el crecimiento de la población. El crecimiento futuro de la población de Unidad Patria -9 se obtuvo por el método de mínimos cuadrados, como se indica en el cuadro 15.

Cuadro 15. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE YOGURT UP-9.

ANO	POBLACION*	CONSUMO PERCAPITA** DE YOGURT	DEMANDA ANUAL LITROS DE ' YOGURT UP-9
2002	2132.62	533.16	194601.58
2003	2332.67	583.17	212856.14
2004	3532.67	883.17	322356.14
2005	2732.67	683.17	249356.14
2006	2932.67	733.17	267606.14

Fuente: Yáñez, C. (2003).

Según Yáñez, C. (2003), manifiesta que los productos lácteos elaborados por la Unidad Patria -9 tienen diferentes fuentes de demanda como se los indica en el cuadro 16.

Cuadro 16. LUGAR HABITUAL DE COMPRA DE PRODUCTOS LÁCTEOS (%).

LUGAR	NUMERO	%
Comisariato	17	8.72
Supermercado	36	18.41
UP-9	77	39.48
Tiendas	65	33.34
TOTAL	195	100.00

Fuente: Yáñez, C. (2003).

Mientras que Echeverría, P. (2011), manifiesta que las fuentes de demanda de una empresa dedicada a la producción de dos tipos de alimentos A y B, con base en fabricación para inventario. Para el producto A la demanda posee diferente fuente en las siguientes 6 semanas como se indica en el siguiente cuadro 17.

Cuadro 17. FUENTES DE DEMANDA PARA EL PRODUCTO A.

Fuentes de demanda	Demanda semanal (cantidad de productos A)					
	1	2	3	4	5	6
Pedidos dentro de la compañía	--	--	--	20	10	10
Pedidos de almacenes sucursales	--	--	20	--	--	--
Pedidos de investigación y desarrollo	--	--	10	10	--	--
Demandas de los clientes (pronósticos y pedidos a la mano)	20	20	20	20	20	20
Demanda total al producto A	20	20	50	50	30	30

Fuente: Echeverría, P. (2011).

Mientras que para el producto B las fuentes de demanda para las próximas 6 semanas son las que se indica en el cuadro 18.

Cuadro 18. FUENTES DE DEMANDA PARA EL PRODUCTO B.

Demanda del producto B de todas las fuentes						
Fuentes de demanda	Demanda semanal (cantidad de productos B)					
	1	2	3	4	5	6
Pedidos dentro de la compañía			10	--	10	10
Pedidos de almacenes sucursales	--	--	--	20	--	--
Pedidos de investigación y desarrollo	--	--	--	--	10	10
Demandas de los clientes (pronósticos y pedidos a la mano)	30	30	30	20	20	20

Fuente: Echeverría, P. (2011).

Según mi criterio La demanda es uno de los elementos esenciales para la elaboración de un plan maestro de producción nos determina qué cantidad de producto, artículos finales debo, entregar a los clientes, siempre y cuando estos se hayan comprometido por escrito con la empresa de recibir los productos terminados en un tiempo, establecido por la empresa, existen dos tipos de demanda la demanda total o demanda real que es igual a la sumatoria de todas las fuentes de demanda como son, pedidos de los clientes, pedidos dentro de la empresa, pedidos de almacenes y sucursales, como se demuestra en el siguiente 19.

Cuadro 19. FUENTES DE DEMANDA DE YOGURT

DEMANDA DEL YOGUR PRESENTACION UN LITRO						
FUENTES DE DEMANDA	Demanda semanal cantidad de yogur					
	1	2	3	4	5	6
Pedidos dentro de la empresa	40					
Pedidos de almacenes y sucursales	125					
Pedidos de los cliente	405					
Demanda total	570					

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

Y el otro tipo de demanda es la demanda proyectada denominada también demanda independiente es la demanda, obtenida mediante la aplicación de

métodos de proyección en este caso se utilizó el método de los promedios móviles. Para determinar cuál será la cantidad de yogurt que debo producir.

Para determinar qué cantidad de yogurt debo producir es necesario comparar la demanda real con la demanda proyectada se debe producir aquella cuya demanda sea mayor.

a. Desarrollo de un plan maestro de producción.

Echeverría, P. (2011), indica, que para el desarrollo de un plan maestro es necesario la información de determinadas fuentes como son los pedidos de los clientes, el inventario de seguridad, los pronósticos de la demanda el inventario inicial. El tamaño óptimo de lote de producción, las fuentes de la demanda.

Ejemplo

Para cada producto tome la demanda total, tome en cuenta el inventario inicial, determine en qué semanas el inventario final caería por debajo de la existencia de seguridad y, por lo tanto, se necesitaría producción durante esas semanas programe un lote de productos con los datos que se muestran en la tabla 20, del siguiente modo.

Cuadro 20. PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LOS PRODUCTOS A Y B

Programa maestro de producción (cantidad de productos Ay B)						
Producto Final	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Demanda Total	20	20	50	50	30	30
Inventario inicial	70	50	30	30	30	50
A Producción requerida			50	50	50	50
Inventario Final	50	30	30	30	50	70
Demanda total	30	30	40	40	40	30
B Inventario Inicial	50	80	50	70	90	50
Producción requerida	60		60	60		60
Inventario Final	80	50	70	90	50	80

Fuente: Echeverría, P. (2011)

En la semana 1, el saldo excede al inventario de seguridad deseado (50 mayor que 30); por lo tanto, no es necesaria la producción de A. En las semana 2, el saldo sigue siendo suficiente para tener la existencia de seguridad deseada (3 = 0) y no se requiere producción de A, pero en las semanas 3 y 4, los saldos serían negativos si no se programara producción de A, por lo que en ambas semanas se programara producción de A, por lo que en ambas semanas se programara producción de A, por lo que ambas semanas se programa en tamaño fijo de lote de 50 productos A, y el mismo procedimiento es con las semanas 5 y 6. Como indica en el cuadro 21.

Cuadro 21. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO PARA EL PRODUCTO A.

1	2	3	4	5	6
Semana	Inventario inicial	Demanda total	Saldo(2)(4)	Producción requerida	Inventario Final(2)+(5)-(3)
1	70	20	50	-----	50
2	50	20	30	-----	30
3	30	50		50	30
4	30	50	20	50	30
5	30	30	0	50	50
6	50	30	20	50	70

Fuente: Echeverría, P. (2011)

Mientras que Chapman, S. (2006), cita un ejemplo en el cual se explica mejor el desarrollo de un plan maestro de producción. Suponga que tenemos un producto para cuya entrega necesitamos un tiempo de 2 semanas, y cuyo tamaño de lote es de 60 unidades. Existe una barrera de tiempo de demanda de 2 semanas y una barrera de tiempo de planificación de 12 semanas. Los pronósticos desarrollados y los pedidos de los clientes se registran en el cuadro 22.

Producto: A.

Tiempo de espera: 2 semanas.

Tamaño de lote: 60.

Disponibile: 56.

Barrera de Tiempo de demanda: 2 semanas.

Cuadro 22. DESARROLLO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN.

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pronóstico	22	25	20	20	18	18	32	30	28	28	29	25
Pedidos de clientes	24	23	17	22	15	14	17	16	12	16	13	11
Bal. Proy. Disp.	32	9	49	27	9	51	19	49	21	53	24	59
PMP			60			60		60		60		60

Fuente: Chapman, S. (2006)

Las primeras dos semanas están dentro de las barreras de tiempo de demanda. Esto implica que el propósito se ignora durante estas primeras dos semanas, y que el balance proyectado disponible se calcula solo a partir de los pedidos de los clientes.

Entre la barrera de tiempo de demanda y la barrera de tiempo de planificación (12 semanas), calculamos el balance proyectado disponible a partir del valor más grande entre el pronóstico y el pedido del cliente. El razonamiento es el siguiente: Si la cifra del pronóstico es más grande, significa que todavía existe la posibilidad de recibir pedidos de los clientes. Dado que a dicha probabilidad existe, es preciso que la tomemos en cuenta restando la cifra de pronóstico.

Si la cifra del pedido del cliente es mayor, resulta obvio que el pronóstico fue demasiado bajo y, por lo tanto, que necesitamos reflejar lo que realmente desean los clientes. Como el pronóstico de demanda del PV&O resultó erróneo, podría presentarse un problema de recursos, así que no debemos incrementar el pronóstico para el PMP. Recuerde que dentro de la barrera de tiempo de planificación sólo existe una capacidad de reacción limitada ante el desabasto de

material o la falta de capacidad. Además debemos revisar el programa maestro para asegurarnos de interrumpir el plan de ventas

Chapman, S. (2006), manifiesta que el PMP se desarrolló de manera que nunca presentara un valor negativo en la variable “proyectado disponible”. La presencia de tal situación equivaldría a un mal servicio al cliente, y una programación maestra apropiada rara vez debería permitir tal condición. Es importante recordar que un balance proyectado disponible, negativo implica que se ha hecho una planificación de producción inapropiada para cumplir la demanda proyectada, la condición que prácticamente todas las empresas desean evitar.

b. Desarrollo de un plan maestro de producción en la industria láctea.

Según mi criterio para realizar un plan maestro es necesario determinar la demanda total que existe a la semana en forma detallada para posteriormente compararla con la demanda proyectada y así determinar la cantidad de yogurt que debo producir como lo muestra el cuadro 23.

Cuadro 23. FUENTE DE DEMANDA PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT.

DEMANDA DEL YOGURT PRESENTACION UN LITRO						
FUENTES DE DEMANDA	Demanda semanal cantidad de yogur					
	1	2	3	4	5	6
Pedidos dentro de la empresa	40					
Pedidos de almacenes y sucursales	125					
Pedidos de los cliente	405					
Demanda total	570					
Demanda pronosticada	575					

Fuente: Edison, L. (2011).

La demanda pronosticada es mayor que la demanda real por lo tanto se debe producir 575 frascos de yogurt.

Al elaborar un plan maestro se considera la demanda total, el inventario inicial, el punto de reorden, el tamaño del lote económico, como se demuestra en el cuadro n de la siguiente manera:

Q=996 unidades de yogurt.

R=508 unidades de yogurt.

Inventario inicial=458 unidades de yogurt.

Como se observa en el cuadro 24, del siguiente modo.

Cuadro 24. PLAN MAESTRO PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT

Semana	Inventario inicial	Demanda total	Saldo	Producción requerida	Inventario final
1	458	570	-112	996	884
2	884	575	309	996	1305
3	1305	580	725	----	725
4	725	590	135	996	1131
5	1131				

Fuente: Edison, L. (2011).

Para elaborar un plan maestro de producción es esencial considerar determinada información como el inventario inicial, que es la cantidad de yogurt existente en almacenamiento, la demanda real, y la demanda pronostica, el punto de reorden el inventario de seguridad ,y el tamaño del lote económico que requiero producir para explicar el cuadro 24 primera mente se considera el inventario inicial de 458 unidades de yogurt , se observa que en la semana 1 la demanda es mayor que la cantidad de yogurt disponible, por lo tanto en la semana 1 el saldo será negativo por lo que se debe realizar una programación de producción de yogurt, por lo que en esta semana se producirá el tamaño del lote económico de 996 frascos de yogurt.

En la segunda semana el saldo no es suficiente por lo que se realiza una programación de producción debido a que el saldo disponible es menor al punto de reorden .por lo tanto se emitirán una orden para la producción del lote económico.

En la tercera semana el saldo excede al punto de reorden (726 mayor que 580), por lo que no se necesita la producción de yogurt.

En la cuarta semana el saldo es inferior al punto de reorden por lo que se deberá emitir órdenes de producción.

B. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Según Chapman, S. (2006), en el sistema MRP, los registros básicos aparecen como se indican a continuación. Observe que aunque existen variaciones un método común consiste en mostrar los requerimientos en “compartimentos” semanales. La explicación de cada renglón es la siguiente:

1. Requerimientos brutos

Representa la cantidad necesaria del artículo sobre una base semanal (o la cantidad a utilizar durante el periodo). En el nivel más alto de la lista de materiales, los requerimientos brutos casi siempre representan el insumo principal para generar la mayoría de los componentes necesarios. Si el artículo que está planificado se encuentra en nivel debajo del producto planificado en el programa maestro, los requerimientos brutos para el artículo serán principalmente los valores del PMP para el producto planificado por un programa maestro.

2. Recepciones Programadas

Chapman, S. (2006), menciona que representa los pedidos que han sido comprometidos, ya sea como una orden de producción o como una orden de compra. Son importantes, porque representan un compromiso real de recursos de la empresa. El tiempo y la cantidad se refieren, evidentemente, al material que se espera recibir, y que se da por hecho estará disponible al inicio del período. Dado que estos valores representan compromisos de la empresa, por lo general no se permite que la lógica de la computadora los manipule libremente. Si la lógica muestra que deben ser desplazados, o que es la cantidad que debe modificarse, casi siempre el sistema generara un mensaje de excepción haciendo las

sugerencias pertinentes. En general se recomienda evitar que la computadora comprometa los recursos de la empresa sin una revisión humana.

3. Proyección de Disponibilidad

Representa el inventario disponible del componente al término del periodo semanal.

4. Requerimientos Netos

Es la cantidad necesaria para la semana una vez que los requerimientos brutos se han ajustado respecto del inventario disponible y /o las recepciones programadas.

5. Liberaciones Planificadas o pedidos

Es la cantidad de requerimientos netos que serán ordenados o liberados al inicio del periodo según la planificación, tomando en cuenta los tamaños de lote y los tiempos de espera. Las liberaciones planificadas de pedidos suelen ser calculadas por la computadora; en este caso el equipo tiene libertad de moverlas o modificar su cantidad con base a las reglas, programadas (con tamaño de lote). A diferencia de las recepciones programadas, no representan compromisos reales de recursos para la empresa: simplemente indica cuando se libera una orden, de acuerdo con la planificación y con la información disponible al momento. Las liberaciones planificadas de periodos constituyen el principal resultado del MRP, ya que indican lo que debe comprarse o producirse, tanto en cantidad como en tiempo. En consecuencia, representan también el insumo principal para la planificación detallada de la capacidad, el sistema de compras y los sistemas de control de la actividad de producción, que programan y controlan la producción real de los pedidos.

Procedamos a completar el registro del MRP utilizando esta información. Es recomendable empezar siempre por la parte superior de la lista de materiales, en este caso por el ensamblaje X. Dado que este ensamblaje se utiliza en otro

producto, es muy probable que la demanda X – que se convierte en los requerimientos brutos para dicho ensamblaje – provenga directamente de los valores del PMP del producto padre, como se demuestra en el cuadro 25.

Elemento: X Disponibilidad: 50 Tamaño de lote: lote por lote Tiempo de espera.

Cuadro 25. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimiento bruto	20	20	20	10	10	20		40		40
Recepciones programadas										
Proyección de Disponibilidad	50									
Requerimientos netos										

Fuente: Chapman, S. 2006

Hemos completado la información de la demanda y, como puede observar, también la del inventario disponible (en el espacio “proyección de disponibilidad”), antes de la semana 1. Por otro lado, no tenemos recepciones programadas para este artículo. A partir de estos datos estamos listos para calcular los requerimientos netos con base a los requerimientos brutos y el inventario disponible como se demuestra en la tabla 2 del siguiente modo.

Elemento: X Disponibilidad: 50 Tamaño de lote: lote por lote Tiempo de espera 2.

Cuadro 26. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimiento bruto	20	20	20	10	10	20		40		40
Recepciones programadas										
Proyección de Disponibilidad	50	30	10	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	0	0	10	10	10	20	0	40	0	40

Fuente: Chapman, S. 2006

Para explicar la lógica que nos condujo a estos resultados revisemos primero la semana 1. A partir de aquí tenemos un requerimiento de 20 unidades y un inventario inicial de 50. Utilizando 20 unidades del inventario para satisfacer la demanda, quedarán 30 al final de la semana; no existen requerimientos netos en este momento, ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda. Esta lógica continúa hasta la semana 3. Al final de la semana 2 solo quedan 10 unidades en inventario, pero tenemos requerimientos de 20 unidades en la semana 3. Esto agotará por completo el inventario al final de la semana 3, dándonos un requerimiento adicional de 10 unidades por encima del inventario disponible (requerimientos netos). Dado que el tamaño de lote es lote – por – lote, fabricaremos lo que necesitamos dejando nuestra proyección de disponibilidad en cero, mientras que los requerimientos netos serán iguales a los requerimientos brutos para el resto del registro.

Algunos podrían preguntarse como iniciamos con inventario si la regla del tamaño de lote es lote por lote. Cualquier persona que conozca el ambiente de negocios sabe que la demanda de los clientes es muy dinámica. Los clientes cambian constantemente de opinión tanto respecto de la cantidad de producto como el tiempo en la que la necesitan. En este caso, las 50 unidades en inventario podrían provenir de un lote que se generó para atender la demanda de un cliente que más tarde cancelo su pedido. Una vez que hemos generado los requerimientos netos, estamos listos para proceder con las liberaciones planificadas del pedido. Como se ilustra en el cuadro 27.

Elemento: X Disponibilidad: 50 Tamaño de lote: lote por lote Tiempo de espera: 2.

Cuadro 27. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimiento bruto	20	20	20	10	10	20		40		40
Recepciones programadas										
Proyección de Disponibilidad	50	30	10	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	0	0	10	10	10	20	0	40	0	40
Liberación planificada del pedido	10	10	10	20		40		40		

Fuente: Chapman, S. 2006.

Observe que el renglón de “liberación planificada del pedido” reduce los valores del renglón “requerimientos netos” pero 2 semanas antes. Este desplazamiento se debe al tiempo de espera. En otras palabras, dado un tiempo de espera de 2 semanas necesitamos liberar un pedido y comenzar a fabricar el producto en la semana 1 si queremos utilizarlo para atender un requerimiento neto en la semana 3.

Analicemos ahora los tamaños de lotes restantes, y revisemos las recepciones programadas existentes.

6. Plan de requerimiento de materiales en la producción de yogur

Según mi punto de vista MRP se trata de saber que se debe aprovisionar y/o fabricar, en qué cantidad, y en qué momento para cumplir con los compromisos adquiridos. Para la elaboración de un plan de requerimiento de materiales es necesario obtener información de tres fuentes importantes como son:

Para la elaboración de un plan de requerimiento de materiales es necesario considerar la lista de materiales, en este caso será de insumos que requiero para la elaboración de yogur, y considerar la formulación que necesito para comenzar el proceso de fabricación.

a. La lista de materiales.

Según Ramírez, V. (2002), cita que para elaborar yogurt con diferentes niveles de suero de queso se requiere de la siguiente formulación, con sus respectivos insumos, como se muestra en el cuadro 28.

Cuadro 28. FORMULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT CON DIFERENTES NIVELES DE SUERO DE QUESO.

FORMULACION	0,0%	4,0%	8,0%	12,0 %
Leche pasteurizada, lt	200,00	200,00	200,00	200,0
Suero de leche, lt	0,00	8,00	16,00	24,00
Fermento láctico, g	10,00	10,40	10,80	11,20
Saborizantes, g	20,00	20,80	21,60	22,40

Fuente: Ramírez, V. (2002).

Mientras que SACON, P. (2004), indica que para la elaboración de yogurt con diferentes niveles de estabilizante se requiere de los insumos y formulación que se demuestra en el siguiente cuadro 29.

Cuadro 29. FORMULACION PARA LA PRODUCCION DE YOGURT CON DIFERETES NIVELES DE ESTABILIZANTE.

FORMULACION	0,0%	4,0%	8,0%	12,0%
Leche pasteurizada, lt	200,00	200,00	200,00	200,0
Suero de leche, lt	0,00	8,00	16,00	24,00
Fermento láctico, g	10,00	10,40	10,80	11,20
Saborizantes, g	20,00	20,80	21,60	22,40

Fuente: Sacón, P. (2004),

Según mi punto de vista la lista de insumos y la formulación para la elaboración de mil litros de yogurt es aquella que se muestra en el cuadro 30.

Cuadro 30. FORMULA PARA LA ELABORACION DE YOGURT.

INSUMOS	REFERENCIA %	Kg
Azúcar	9.0 %	90
Estabilizante	0.30 %	3
Leche en polvo	1.00 %	10
Benzoato de sodio	0.03 %	0.300
Sorbato de potasio	0.03%	0.300
Colorante	0.04 %	0.400lt
saborizante	0.03 %	0.300 lt
Mermelada	5 %	50
Nisina		0.150

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

Otro elemento indispensable para la elaboración de un plan de requerimiento de materiales es determinar qué cantidad de insumos y materia prima tenemos en almacenamiento para el cual requerimos información del estado de inventario para las materias primas y el tiempo de espera que necesito para su aprovisionamiento.

Se ha propuesto como ejemplo didáctico el estado de inventario de los insumos para la producción de yogurt y el tiempo de espera que se requiere para su adquisición como se muestra en el cuadro 31.

Para determinar qué cantidad de insumos requiero para la producción de yogur es necesario conocer información del plan maestro como el número de unidades que requiere mi lote económico para satisfacer la demanda.

Cuadro 31. INVENTARIO DISPONIBLE Y TIEMPO DE ESPERA PARA EL APROVISIONAMIENTO DE INSUMOS.

Yogur presentación un litro			
Insumos y materia prima	Disponibilidad	Tiempo de espera (semanas)	Tamaño del lote Lote por lote
Estabilizante.	3 Kg.	1	5 Kg
Benzoato de sodio.	0.5g.	1	1 Kg
Sorbato de Potasio	0.5 g	1	1 kg
Colorante.	1 litro.	1	1 frasco de 2 litro
Saborizante.	1/2 litro.	1	1 frasco de 2 litro
Azúcar.	80 Kg.	1	45 kg
Fermento láctico.	3 sobres (cada uno para 500 litros)	1	1 sobre(16 gramos)
Etiquetas	1800 etiquetas	1	400 etiquetas
Envases.	1200 envases.	1	60 unidades

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

7. Desarrollo del plan de requerimiento de materiales para la producción de yogurt

Para la ejecución del plan de materiales es necesario considerar cierta información que nos proporciona el plan maestro como es el tamaño del lote económico, las semanas en que se programaran ordenes de producción y

también la cantidad de cada insumo que necesito para producir este lote así, como también el estado de inventario es decir la cantidad de insumo que dispongo en bodega.

Para determinar qué cantidad de insumos requiero para fabricar mi lote económico, y es necesario realizar una formulación para los 996 litros de yogur que es mi lote económico como se demuestra en el cuadro 32, considerando el rendimiento que se obtendrá existe algunos factores que influyen en le rendimiento, en la producción de yogur como son los siguientes:

- La calidad de la leche.
- Contenido de grasa
- Contenido de sólidos totales
- Tipo de yogurt que se desea producir.

Cuadro 32. FORMULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT.

INSUMOS	REFERENCIA %	Kg
leche		825 Kg
Azúcar	9.0 %	75.25 Kg
Estabilizante	0.30 %	2.48 Kg
Leche en polvo	1.00 %	8.25 Kg
Benzoato de sodio	0.003 %	24.8 g
Sorbato de potasio	0.003%	24.8 g
Colorante	0.04 %	330 ml
saborizante	0.03 %	248 ml
Mermelada	5 %	41.25 Kg

Fuente: Lácteos San Antonio, (2011).

Según mi criterio para la elaboración un plan de requerimiento de materiales se lo debe realizar para cada insumo, articulo, material, que forma parte del producto

final en este caso como ejemplo didáctico se realizará un plan de materiales para los insumos que intervienen en la elaboración de yogur.

a. Determinación de órdenes para el estabilizante.

Según mi punto de vista para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 2.48 kg de estabilizante y un inventario inicial de 3 kg. Utilizando 2.48 Kg del inventario para satisfacer la demanda quedara 0.52 Kg al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la primera semana se realiza un pedido de estabilizante debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana. Por lo tanto se ordena la adquisición de 5 kg de estabilizante que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en fundas con pesos ya establecido por el fabricante. A partir de la segunda semana existen requerimiento netos de 1.96 kg que serán aprovisionado a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior. En la tercera semana no existe demanda de estabilizante porque no se produce debido a que existe suficiente producto terminado para satisfacer la demanda existente, en esta semana se planifica un pedido de estabilizante para satisfacer los requerimientos brutos de la cuarta semana.

En la cuarta semana existe un requerimiento neto de 2.48 gramos de estabilizante, que serán aprovisionado a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior este proceso continua hasta que el nivel de inventario sea menor que la demanda requerida después del cual se realizar nuevos pedidos como se indica en la tabla 33, de la siguiente manera.

Cuadro 33. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL ESTABILIZANTE.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	2.48	2.48	-----	2.48
Proyección de 3 disponibilidad	0.52	-----	-----	-----
Requerimientos netos	----	1.96	-----	2.48
Liberación planificada del pedido	5 kg		5 Kg	
		-----		-----

Fuente: Edison L. (2011).

b. Determinación de órdenes para el colorante.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 330 ml de estabilizante y un inventario inicial de 600 ml. Utilizando del inventario para satisfacer la demanda quedara 270 ml Kg al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la primera semana se realiza un pedido de estabilizante debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana. Por lo tanto se ordena la adquisición de 2000 ml de colorante (frasco de 2 litros), que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en frascos con volúmenes ya establecido por el fabricante. A partir de la segunda semana existen requerimientos netos de 60 ml que serán aprovisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior. En la tercera semana no existe requerimiento de colorante porque no existente demanda de colorante, este proceso continua hasta que el nivel de inventario sea menor que la demanda requerida después del cual se realizar nuevos pedidos, como se indica en el cuadro 34.

Cuadro 34. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL COLORANTE.

semanas		1	2	3	4
Requerimientos brutos		330 ml	330 ml	-----	330 ml
Proyección de disponibilidad	0.6 litros (600 ml)	270 ml	-----	-----	-----
Requerimientos netos		-----	60 ml	-----	300 ml
Liberación planificada del pedido		1 frasco de Colorante (2000 ml)	-----	-----	-----

Fuente: Edison, L. (2011).

c. Determinación de órdenes para el saborizante.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados analicemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 248 ml de saborizante y un inventario inicial de 400 ml. Utilizando 248 ml de saborizante del inventario para satisfacer la demanda quedara 152 ml al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda. En la primera semana se realiza un pedido de saborizante debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana. Por lo tanto se ordena la adquisición de 2000 ml (frascos de 2 litros) de saborizante que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en botellas con volúmenes ya establecido por el fabricante. A partir de la segunda semana existen requerimiento netos de 96 ml que serán aprovisionado a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior este proceso continua En la tercera semana no existe requerimientos netos debido a que no existe demanda de saborizante En la cuarta semana existe un requerimiento de 248 ml de colorante que será aprovisionado a tiempo con el pedido que se realizó en la semana 2 este proceso

continúa hasta que el nivel de inventario sea menor que la demanda requerida después del cual se realizan nuevos pedidos, como se indica en el cuadro 35.

Cuadro 35. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL SABORIZANTE.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	248 ml	248 ml	-----	248 ml
Proyección de disponibilidad	400 ml	152 ml	-----	-----
Requerimientos netos	-----	96 ml	-----	248 ml
Liberación planificada del pedido	Frasco de (2000 ml)	-----	-----	-----

Fuente: Edison L. (2011).

d. Determinación de órdenes para el sorbato de potasio

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 24.8 g de sorbato de potasio y un inventario inicial de 50 g ml. Utilizando del inventario para satisfacer la demanda quedando 25.2 g al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la segunda semana tenemos un requerimiento de 24.8 g sorbato de potasio y un inventario de 25.2 gramos utilizando el inventario para satisfacer la demanda nos quedando 0.4 g al final de la semana. En la tercera semana no existe una demanda de sorbato de potasio por lo que no existe requerimientos netos, en esta semana se realiza un pedido de 1 Kg (1000 g), de estabilizante que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en fundas con pesos ya establecido por el fabricante. En la cuarta semana existe un requerimiento neto de 24.8 gramos de estabilizante que serán aprovisionado a

tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, este proceso continua hasta que el nivel de inventario sea menor que la demanda requerida después del cual se realizar nuevos pedidos, como se indica en la tabla 36, de la siguiente manera.

Cuadro 36. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL SORBATO DE POTASIO.

Semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	24.8 g	24.8 g	----	24.8 g
Proyección de 50 g disponibilidad	25.2 g	0.4 g	----	----
Requerimientos netos	----	----	----	24.4 g
Liberación planificada del pedido	----	----	1 Kg (1000 g)	----

Fuente: Edison L, (2011).

e. Determinación de órdenes para el benzoato de sodio.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 24.8 g de benzoato de sodio y un inventario inicial de 50 g ml. Utilizando del inventario para satisfacer la demanda quedando 25.2 g al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la segundo semana tenemos un requerimiento de 24.8 g benzoato de sodio y un inventario de 25.2 gramos utilizando el inventario para satisfacer la demanda nos quedando 0.4 g al final de la semana. En las tercera semana no existe una demanda de benzoato de sodio por lo que no existe requerimientos netos, en esta semana se realiza un pedido de 1Kg (1000 g), de benzoato de sodio que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en

fundas con pesos ya establecido por el fabricante. En la cuarta semana existe un requerimiento neto de 24.8 gramos de estabilizante que serán aprovisionado a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, este proceso continua hasta que el nivel de inventario sea menor que la demanda requerida después del cual se realizar nuevos pedidos, como se indica en la tabla 37, de la siguiente forma.

Cuadro 37. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL BENZOATO DE SODIO.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	24.8 g	24.8 g	-----	24.8
Proyección de 50 g disponibilidad	25.2 g	0.4 g	-----	-----
Requerimientos netos	-----	-----	-----	24.4 g
Liberación planificada del pedido	-----	-----	1 Kg (1000 g)	-----

Fuente: Edison L. (2011).

f. Determinación de órdenes para el azúcar.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 75.25 Kg de azúcar y un inventario inicial de 80 Kg Utilizando del inventario para satisfacer la demanda quedara 4.75 Kg al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la primera semana se realiza un pedido de azúcar debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana. Por lo tanto se ordena la adquisición de 90 Kg de azúcar (2 sacas de 45 kg),, que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en fundas con pesos ya establecido por la empresa que los produce. A partir de la

segunda semana existen requerimientos netos de 71 kg de azúcar que serán provisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior quedando al final de la semana 19 kg de azúcar en inventario. En la tercera semana no existe requerimiento de azúcar porque no existe demanda, en esta semana se programa nuevos pedidos debido a no disponemos con un inventario suficiente para satisfacer la demanda de la cuarta semana. En la cuarta semana existe un requerimiento neto de 56.25 que serán provisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, como se indica en el cuadro 38.

Cuadro 38. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA EL AZÚCAR.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	75.25	75.25	-----	75.25
Proyección de 80 Kg disponibilidad	4.75	-----	19	-----
Requerimientos netos	-----	71 Kg	-----	56.25
Liberación planificada del pedido	90 Kg (2 sacas)	-----	90 Kg (2 sacas)	-----

Fuente: Edison L. (2011).

g. Determinación de órdenes para los envases.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 997 envases de un litro y un inventario inicial de 1200 envases. Utilizando el inventario para satisfacer la demanda nos quedara 203 envases al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la primera semana se realiza un pedido de envases debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana.

Por lo tanto se ordena la adquisición de 840 envases es decir 14 paquetes de 60 envases que es el tamaño mínimo que se puede comprar ya que los envases vienen en lotes de 60 unidades. A partir de la segunda semana existen requerimientos netos de 794 envases que serán provisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, quedando al final 46 envases que será el inventario disponible para las próximas semanas En la tercera semana no existe requerimiento de envases debido a la falta de demanda, en esta semana se realizan un pedido de 960 envases para cubrir la demanda de la cuarta semana. En la cuarta semana el requerimiento netos es de 951 envases, que serán provisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, como se indica en el cuadro 39.

Cuadro 39. DETERMINACIÓN DE ÓRDENES PARA LOS ENVASES.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	997 g	997 g	-----	997 g
Proyección de 1200 g disponibilidad	203 g	-----	46 g	-----
Requerimientos netos	-----	794 g	-----	951 g
Liberación planificada del pedido	840 g	-----	960 g	-----

Fuente: Edison L. (2011).

h. Determinación de órdenes para las etiquetas.

Para explicar la lógica que nos conduce a estos resultados revisemos primero la semana 1 a partir de aquí tenemos un requerimiento de 996 etiquetas y un inventario inicial de 1800 etiquetas. Utilizando el inventario para satisfacer la demanda nos quedara 840 etiquetas al final de la semana no existen requerimientos netos en este momento ya que contamos con suficiente inventario para satisfacer la demanda.

En la primera semana se realiza un pedido de etiquetas debido a que no contamos con suficiente inventario para cubrir la demanda de la próxima semana. Por lo tanto se ordena la adquisición de 400 etiquetas el tamaño mínimo que se puede comprar ya que este producto solo se entrega en paquetes de 400 unidades. A partir de la segunda semana existen requerimiento netos de 192 etiquetas que serán aprovisionado a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior, quedando al final 48 unidades que será el inventario disponible para cubrir la demanda de la próximas semanas.

En la tercera semana no existe demanda de etiquetas, en esta semana se programa pedidos debido a que no existe suficiente cantidad de etiquetas para satisfacer la demanda se realiza un pedido de 1200 etiquetas. En la cuarta semana el requerimiento neto es de 918 unidades que serán aprovisionados a tiempo por el pedido que se hizo la semana anterior.

Al aplicar este sistema se reduce costos de almacenamiento, costos de producción debido a que no existen perdidas por caducidad de los insumos por mantenimiento de estos, como se indica en la cuadro 40.

Cuadro 40. Determinación de órdenes para las etiquetas.

semanas	1	2	3	4
Requerimientos brutos	996	996	-----	996
Proyección de disponibilidad	1800 804	-----	48	-----
Requerimientos netos	-----	192	-----	918
Liberación planificada del pedido	240	-----	960	-----

Fuente: Edison L. (2011).

Al aplicar este sistema se reduce costos de almacenamiento, costos de producción debido a que no existen perdidas por caducidad de los insumos por mantenimiento de estos.

C. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.

Según Echeverría, P. se denomina gestión de talleres a la última etapa de la planificación de la producción que se encarga de asignar a cada obrero, o técnico las tareas que va a ejecutar y que va a controlar durante el proceso de elaboración de yogur, este último sistema se encarga prácticamente de ejecutar a tiempo los pedidos que existen por parte de los clientes este sistema recoge información del plan maestro como el tamaño del lote económico que debo producir cada semana, en este caso serán de 808 unidades de yogur semanalmente, considerando también la cantidad de materia prima e insumos que se requiere, el objetivo principal de esta programación es de emitir órdenes a los centros de trabajo para que se comience de forma inmediata con la producción al final de este proceso se registrará la cantidad de unidades vendidas obteniendo, así la ganancia total, posterior a esto se realizará un informe al departamento financiero para determinar si existe suficiente recurso para la adquisición de materia prima e insumos para la elaboración de yogur. Este sistema también considera el tiempo que dispongo para producir a tiempo y el recurso humano que dispongo.

Según Cuví, P. (2004), indica que los procesos para la elaboración de yogurt, son los siguientes:

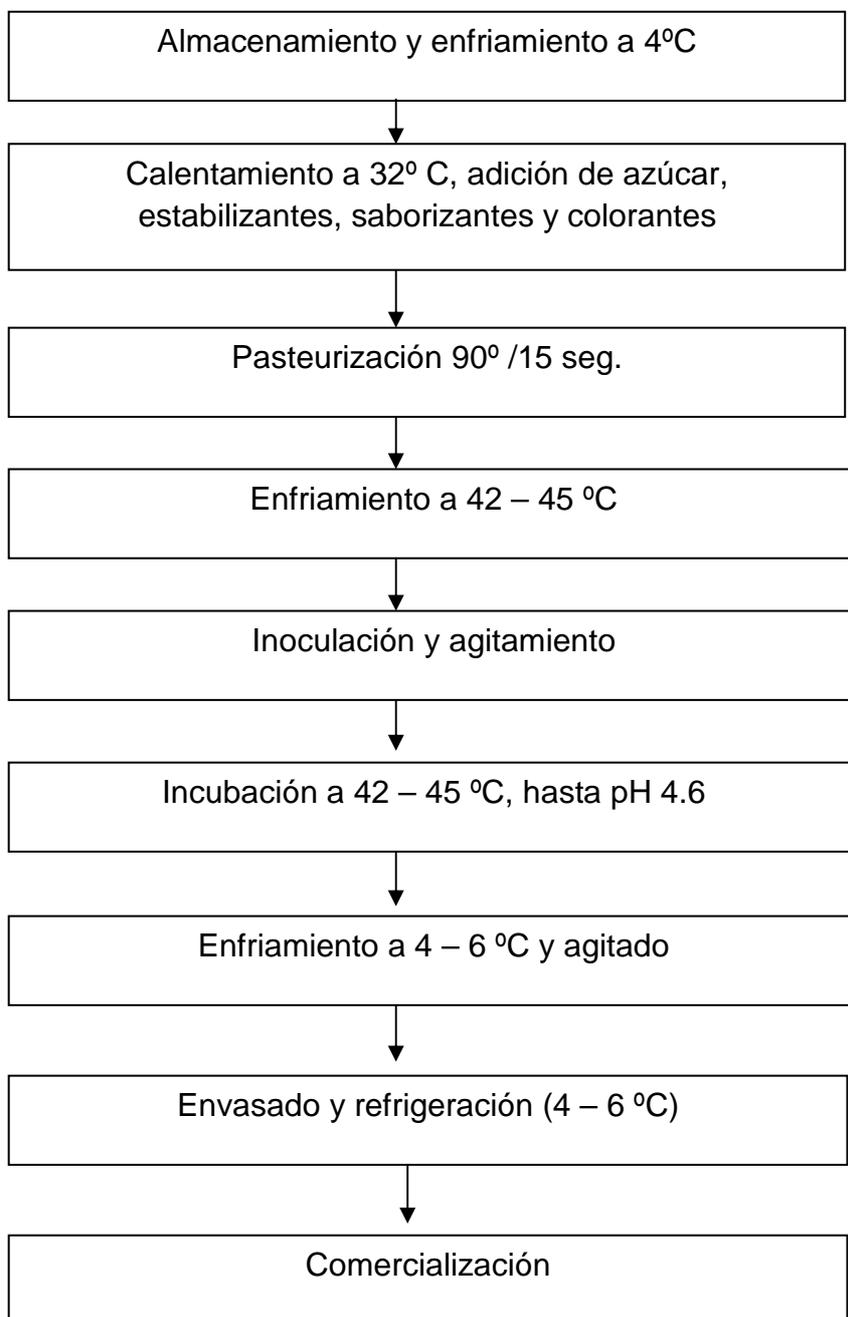
Seleccionar leche fresca de buena calidad sin antibióticos, sin mastitis. Luego del ordeño lo más pronto posible se debe realizar un tratamiento térmico.

- Pasteurizar la leche destinada para este proceso, se lo realiza de 90°C con un período de retención de 5 minutos. Este tratamiento es algo más intenso que el aplicado a la leche para consumo consigue mayor viscosidad y menor tendencia a la liberación del suero.
- La inoculación se realiza luego del tratamiento térmico, bajando temperatura a 45 y 46°C en este momento se adiciona el fermento I que está conformado por bacterias lácticas productoras de ácido l; y aroma. La incubación se

realiza durante 4 a 6 horas mantener temperatura entre 45 y 46°C a partir de este tiempo, podemos iniciar el enfriamiento del yogurt.

- Establecer el momento que se ha acabado su proceso de fermentación, midiendo su acidez un promedio de 80 grados Dornick, si no se posee este equipo se puede saber con una simple observación, en los bordes del recipiente cuando comienza a salir una especie de líquido acuoso (no suero), por otro lado con la introducción de una cuchara podemos ver la consistencia de la masa o gel de este yogurt.
- La adición de sabores y frutas se efectúa al terminar la incubación; se rompe el gel mediante una agitación suave, se baja la temperatura a 20°C y se le adiciona la mermelada de frutas, azúcar esencias, saborizantes y conservantes.
- Envasar para posteriormente refrigerar a 4°C quedando él para su comercialización, su duración es de 15 días, como indica el gráfico 3.

Gráfico 3. Elaboración de yogurt dietético.



IV. CONCLUSIONES

- El Plan maestro de producción sirve para planificar la producción a corto plazo. permitiendo determinar la cantidad y el tiempo de entrega de producto.
- Se logró establecer los conocimientos básicos para el desarrollo del plan maestro de producción con fundamento en libros, apuntes y material bibliográfico obtenidos en el seminario de planificación de la producción, páginas electrónicas etc.
- Se estableció que el sistema de planificación y control de la producción está conformada por un plan estratégico, plan agregado de producción, plan maestro de producción, plan de requerimiento de materiales, y gestión de talleres,
- Se determinó que este sistema de planificación tiene como finalidad principal el de utilizar de forma eficiente la capacidad disponible mediante la producción por lotes económicos evitando una sobreproducción y reduciendo los costos de fabricación.
- Se estableció que el plan de requerimiento de materiales depende principalmente del tamaño del lote económico que se ha planificado producir en el plan maestro y de la cantidad de insumos, que se dispone, las mismas que deberán ser aprovisionadas oportunamente para que ingrese al proceso de fabricación del producto final.
- Se logró desarrollar un plan maestro para la producción de yogur a partir de datos obtenidos de la industria de lácteos San Antonio, y de páginas electrónicas más la aplicación de diferentes fórmulas y del programa Microsoft Excel.
- Se determinó que este sistema de planificación a corto plazo es viable en la industria de los alimentos debido a que para su desarrollo involucra aspecto como pronósticos de la demanda, los pedidos de los clientes, la capacidad disponible, y el estado de inventario, los cuales están al alcance de la empresa.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones sobre programas informáticos que sean aplicables a este sistema de producción y planificación de tal forma que puedan emitir órdenes de fabricación y aprovisionamiento de insumos de forma exacta.
- Se recomienda implementar este sistema de planificación y control de la producción en proyectos a elaborarse y en empresas existentes dedicadas a la producción de alimentos.
- Ejecutar investigaciones de otros sistemas de planificación que se podrían utilizar en el control de la producción en la industria de los alimentos., como por ejemplo el sistema de planificación Justo tiempo (Juts time), entre otras.

VI. LITERATURA CITADA

1. CHAPMAN, S.2006. Planificación y control de la producción.1a ed. Mexico. Edit. Pearson Educación de México pp. 71-175.
2. CHASE, R. AQUILANO, N. JACOBS, R. (2000). Administración de producción y operaciones. 8a ed. Santa Fe Bogotá, Colombia. Edit. McGraw-Hill Interamericana México pp. 624-662.
3. ECHEVERIA, P. 2011 Seminario de planificación y control de la producción sl.
4. <http://es.scribd.com/doc/55118199/7/Industria-Lactea-en-el-Ecuador2010>.
TAPIA, I.La producción lechera en el Ecuador.
5. <http://www.slideshare.net/BiancaXol/fplaneacionagregada-1> 2006.
6. <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/mrp.pdf> . 2010. FILLET, F. Sistema de administración de inventarios.
7. <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/archives/HASH012b.dir/doc.pdf>.2002. MEDINA, A. NOGUEIRA,R. NEGRIN, H. El sistema MRP.
8. <http://materias.fi.uba.ar/7628/PronosticosTexto.pdf> 2008. COHEN, R. Pronostico.
9. MORENO, G. 2011 Seminario de gestión de administración sl.
10. PAK, T LAVAL, A. 2003. Manual de industrias lácteas. 3a ed. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa. pp. 242-247.
11. SACON, P. 2004. Tesis de grado. Efecto de cuatro niveles de estabilizante par la coagulación de yogur persa. pp. 98-102.

12. VILLEGAS, N. 2002. Tesis de grado. Efecto de la adición de tres niveles de suero de queso en la elaboración de yogur. p. 23.
13. YANEZ, C.2003.Tesis de grado. Estudio de mercado para la implementación de una planta de productos lácteos en la unidad de producción 9 Patria. pp. 39-45.