



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E  
INDUSTRIAL**

**SISTEMA DE PLANEACIÓN, CONTROL DE INVEN-  
TARIOS Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN UN  
GRUPO FARMACÉUTICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A:**

**GEOVANNY RAFAEL JIMÉNEZ BAEZA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M.I. ORLANDO LEBEQUE SÁNCHEZ**



**MÉXICO D.F. 2 DE OCTUBRE DE 2014**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	4
<i>Objetivo Central</i> .....	4
<i>Beneficios</i> .....	4
<i>Alcances</i> .....	5
<b>II. El Problema y la generación de soluciones</b> .....	6
<b>III. Planteamiento del problema</b> .....	7
<i>III.I. Acercamiento</i> .....	7
<i>III.II. Análisis del problema y definición de soluciones</i> .....	8
<b>IV. Marco teórico</b> .....	11
<i>IV.I. Pronósticos</i> .....	11
<i>IV.I.I. Promedio móvil simple</i> .....	11
<i>IV.I.II. Promedio móvil ponderado</i> .....	12
<i>IV.I.III. Suavizamiento exponencial simple</i> .....	12
<i>IV.I.IV. Suavizamiento exponencial doble</i> .....	13
<i>IV.I.V. Modelo de tendencias de Winters</i> .....	13
<i>IV.I.VI. Control del pronóstico</i> .....	15
<i>IV.I.VII. Desviación media absoluta</i> .....	15
<i>IV.II. Teoría de inventarios</i> .....	15
<i>IV.II.I. Decisiones rutinarias de inventario</i> .....	16
<i>IV.II.II. Determinación del desempeño del sistema de inventario</i> .....	16
<i>IV.II.III. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)</i> .....	17
<i>IV.II.IV. Decisiones de tiempo de órdenes</i> .....	18
<i>IV.II.V. Determinación del inventario de seguridad</i> .....	20
<i>IV.III. Administración de artículos múltiples</i> .....	23

IV.IV. <i>Plan Maestro de Producción (MPS)</i> .....	25
<b>V. Desarrollo</b> .....	27
V.I. <i>Proceso de planeación de la producción</i> .....	27
V.II. <i>Item master</i> .....	29
V.III. <i>Planeación de ventas y Operaciones (SOP)</i> .....	31
V.III.I. <i>Clasificación ABC</i> .....	32
V.III.II. <i>Proceso SOP</i> .....	34
V.III.III. <i>Desempeño del Proceso SOP</i> .....	36
V.III.III.I. <i>Nivel de servicio a ventas</i> .....	37
V.III.III.II. <i>Forecast Accuracy</i> .....	39
V.IV. <i>Plan Maestro de Producción (MPS)</i> .....	49
V.V. <i>Inventarios de seguridad y puntos de reorden</i> .....	54
V.VI. <i>Programa de Requerimiento de materiales (MRP)</i> .....	58
VI. <i>Conclusiones</i> .....	61
VII. <i>Glosario</i> .....	63
VIII. <i>Bibliografía</i> .....	64

# SISTEMA DE PLANEACIÓN, CONTROL DE INVENTARIOS Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN UN GRUPO FARMACÉUTICO

## INTRODUCCIÓN

La planeación en las organizaciones es un proceso en el que diversas áreas organizan sus recursos con el fin de hacer un mejor uso de éstos, y con ello, conseguir el mejor beneficio para dicha organización.

La solución a los problemas inherentes al ejercicio de planeación es una actividad que aún no se ha resuelto, diversos autores presentan soluciones, ya sea a través de metodologías, procesos o procedimientos, o bien de herramientas, sin embargo, la problemática subsiste, toda vez, el gran cúmulo de variables que afectan la toma de decisiones, desde la concepción de la planeación, hasta la ejecución misma.

Lo anterior, lejos de inhibir, fomenta un gran interés en contribuir en algún aspecto a esta problemática.

Por otra parte, existen diferentes niveles de planeación, en función del horizonte de planeación, desde la planeación prospectiva, estratégica, operativa, etc.

Es precisamente en este último rango en el que se ubica el presente trabajo, a nivel operativo, ya que, gracias a la amplia gama de situaciones “problema” que se viven a diario en el laboratorio farmacéutico, en el que el autor presta sus servicios profesionales, en el área de planeación de la producción, ha permitido generar el siguiente:

## OBJETIVO CENTRAL

Desarrollar e implementar un Sistema Integral de Planeación de la Producción del giro farmacéutico, que brinde beneficios a la organización; de tal suerte que se agilicen los procesos de trabajo, cumpliendo con las expectativas de venta y de producción.

## BENEFICIOS

1. Disminuir el tiempo invertido en la generación de los planes y programas de producción, y hacer mas asertiva esta tarea con el desarrollo del Master Production Schedule (**MPS**) y de Material Requirements Planning (**MRP**).

El tiempo ahorrado, ahora se invertirá en la determinación de cantidades óptimas a comprar y no. de lotes óptimos por producir.

2. Disminuir el tiempo de preparación de los equipos, en función de las hora- máquina y horas-hombre empleadas para el cambio de herramientas utilizados y para las limpiezas profundas por la diversidad de los lotes fabricados.

3. Disminuir el monto de multas, por incumplimiento de productos no entregados a tiempo.
4. Mejorar el capital de trabajo, a partir de la disminución en el costo de mantener el inventario.

## **ALCANCES**

- ✓ Establecer un Proceso Sistemático de Planeación y Control de la Producción.
- ✓ Diseñar un ITEM MASTER de los productos de venta y materiales.
- ✓ Implementar el Proceso de Planeación de Ventas y Operaciones, (Sales and Operation Planning), SOP.
- ✓ Diseñar el Plan Maestro de Producción, (Master Production Schedule), MPS.
- ✓ Diseñar el Programa de Requerimiento de Materiales, (Material Requirement Planning), MRP.
- ✓ Diseñar los indicadores clave de desempeño, (Key Performance Indicators), KPI

Es así que, la tesis en cuestión describe las aportaciones del autor en la generación, desarrollo e implementación de soluciones para planeación y control de la producción, en la industria farmacéutica

## II. EL PROBLEMA Y LA GENERACIÓN DE SOLUCIONES

El presente trabajo describe, sucintamente, ciertas situaciones y características de problemas reales que se enfrentan día a día en un laboratorio farmacéutico mexicano, así como los mecanismos y planes de trabajo, pero sobre todo acciones desarrollados por el autor para resolverlos. Abordando temas de planeación, control de inventarios y control de la producción.

Es precisamente en el actual laboratorio, en donde se hacen evidentes muchos de los problemas comunes a los que se enfrenta la planeación de la producción a lo largo de todos sus procesos: **pronósticos de venta**; sin un sistema de aplicación, con grandes márgenes de error (**forecast accuracy**), desconocimiento oportuno de los **inventarios** de insumos, cambios continuos de herramientas en los equipos de acondicionamiento, etc. Estas y otras áreas de oportunidad se describirán en los siguientes capítulos. De tal manera que se presentarán las áreas de conocimiento que contribuyen a la solución de ciertos temas, pero sobre todo, la adecuación de un sistema de trabajo que permita integrar el conocimiento técnico, las necesidades de las diversas líneas de venta, las restricciones de los proveedores, la capacidad de planta y la capacidad de almacenamiento, entre otros elementos, para proponer un sistema de planeación y control de la producción factible y que brinda beneficios a la organización.

En términos generales el reto es desarrollar una serie de actividades, más allá de facilitar la operación del grupo de trabajo; elaborando planes maestros de producción, planes que cumplan con las expectativas de venta, que no excedan la capacidad de la planta y optimicen los tiempos de limpieza y cambios de herramientas de los equipos; por otro lado, establecer acuerdos con los Gerentes de venta de las distintas líneas comerciales, dando seguimiento a la tendencia de facturación, disminución de faltantes de producto terminado, aumento de la rotación de inventarios, es decir, el diseño de un sistema de planeación de la producción que contribuya al mejoramiento del nivel de servicio con el cliente interno, es decir, el área de ventas.

Se inicia el trabajo con un acercamiento a la organización, su tamaño, tipos de productos, líneas de venta, posteriormente se plantearán los problemas que se pretenden solucionar, las afectaciones que ocasionan en el sistema de trabajo, la determinación del marco teórico aplicable, el método de solución, la integración de soluciones e implantación del sistema de planeación para concluir con las recomendaciones para la mejora continua del proceso.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### III.I. ACERCAMIENTO

Se trata de un laboratorio farmacéutico mexicano en expansión, dirigido familiarmente pero, con dimensiones de empresa grande.

A principios del año 2009, concluyó la construcción de una planta farmacéutica al norte del Distrito Federal, con una capacidad instalada actual de 200 millones de piezas anuales. Esta planta es la maquiladora de 2 laboratorios dueños de los Registros Sanitarios: 1) Laboratorio A.- que cuenta con 285 sku's (stock keeping units) de productos terminados, a los que llamaremos (PT's), relacionados a 90 medicamentos semiterminados (ST's) y 66 principios activos diferentes. El mayor volumen de venta es para los sectores Gobierno y Genéricos. Contribuye con el 55% de piezas en volumen de facturación y 25% en valores (\$). 2) El Laboratorio P.- cuenta con 300 sku's de productos terminados (PT's) relacionados a 109 medicamentos (ST's) y 56 principios activos. Esta empresa posee, entre otros, con los Registros Sanitarios para fabricar y comercializar medicamentos controlados, ya sea para la línea de venta de marca, que es Sistema Nervioso Central, para la línea de venta Genéricos, Marcas Propias y por supuesto para el principal cliente en cuanto a volumen de producción que es el Sector Público, Gobierno. De tal manera que con esta clase de productos, el Laboratorio P contribuye con el 45% de piezas en volumen de facturación pero consigue el 75% en valores. Es resumen, entre las dos empresas se comercializan 585 sku's de PT's, equivalente a 199 ST y 122 principios activos.

El grupo ha crecido rápidamente en los últimos 5 años, el número de piezas vendidas al año se ha incrementado en un 100%. En 2011 la facturación en piezas ascendió a 105 millones de piezas, en 2012; 126 millones de piezas. Para el 2013 se alcanzó, entre los 2 laboratorios, una facturación de 135 millones de pieza, de tal suerte que, ha sido necesaria la implementación de un Sistema de Información **ERP** (Enterprise Resource Planning), de nombre Dynamics AX. Incluyendo el módulo de Planeación Maestra, Gestión de Inventario y Producción.

El área de oportunidad surge en virtud de que el "sistema" de planeación de la producción no había evolucionado con la misma velocidad, pero sobre todo no se adecuaba con los nuevos requerimientos de la demanda y administración de materiales en grandes cantidades. Así que el control de la producción y de inventarios se encontraba reducido a los siguientes procesos, **siendo las brechas que se resuelven en la presente tesis:**

- A. **Pronósticos de venta** de cada uno de los sku's de las distintas líneas de venta. Por cada línea comercial se enviaba en una hoja de cálculo con formatos distintos, sin código de identificación de producto (sku), sin un horizonte de planeación constante de 12 meses, el pronóstico de venta parcializado mensualmente. No se aplicaba lo conocido como **rolling forecast**, es decir, el presupuesto de ventas no se actualizaba mensualmente, de tal suerte que el horizonte del pronóstico se iba reduciendo mes con mes mientras se avanzaba a lo largo del año natural. Es decir, en operaciones técnicas se trabajaba, en términos del plan de producción, con el presupuesto financiero de inicios del año y únicamente se alertaba a la planta si existiera un cambio drástico en términos del marketing.
- B. En relación con dichos pronósticos de ventas, mensualmente se elaboraba un **Plan de Producción** para cada uno de los sku's. El horizonte de este plan originalmente era de 3 meses. A partir del Plan de Producción, se elaboraba un **Programa de**

**Producción** que involucraba las máquinas de granulación y los equipos para el acondicionamiento primario (*blistear* o *encelofanar*) para la forma farmacéutica de sólidos. Un programa de producción para la forma farmacéutica de semisólidos, otro para líquidos y uno más para inyectables. La programación de la producción se determina a partir de la capacidad instalada de los equipos de acondicionamiento. Es decir, se realizaba la programación de lo que se fabricaría, conforme lo determine el Plan de Producción y su **restricción** inconvenientemente (área de oportunidad inegable) era la disponibilidad de materia prima para el programa de producción (fabricación de tabletas) y de materiales de empaque primario (caja y/o aluminio) para el programa de acondicionamiento.

- C. Al inicio de cada mes se elaboraba dicho programa mensual de producción y acondicionamiento y solo a partir de este, se realizaba el “análisis” de la disponibilidad en inventario de materia prima y/o materiales de empaque. Es decir, era hasta que se tenía el programa de producción del mes en curso, cuando los planeadores verificaban la disponibilidad de los materiales de acondicionamiento, excipientes y activos para determinar, hasta ese momento, si es posible o no, fabricar y entregar la orden de producción, si no es posible, se modificaba el programa de producción y en consecuencia se retrasa su fabricación. La holgura o el tiempo para reaccionar, si se detecta un faltante, lo determinan los productos que no lograron ser acondicionados en el mes anterior y de los cuales si se cuenta con materiales de acondicionamiento. En este caso, el tiempo de aprovisionamiento tiene que ser menor al tiempo que duró el acondicionamiento de los productos rezagados, para que el acondicionamiento continúe en línea.
- D. Una vez finalizado el programa de producción, la detección de los faltantes de materias primas y/o materiales de empaque, se conseguía ingresando uno a uno los códigos de los materiales e insumos al antiguo sistema de inventarios, proporcionando la información de las existencias, no en tiempo real, si no a partir de la última actualización que hayan realizado los capturistas del almacén de insumos. Si el inventario no es suficiente para satisfacer la producción, se ingresa el código del material o insumo en otra aplicación para verificar que exista órdenes de compra en tránsito, en la mayoría de los casos, no existían, ya que el horizonte de planeación era sumamente corto (menor al mes en curso). Por lo tanto el proceso se repite mes con mes y cuando se detectan los faltantes se realizan pedidos con un horizonte para satisfacer el requerimiento del mes en curso. Así que solo existen pedidos vigentes para una campaña de producción. Salvo escasas excepciones, se cuenta con mas de un pedido programado en tránsito para el mismo artículo. Una vez detectados los faltantes, se generan las órdenes de compra de materiales para el acondicionamiento de dichos productos.

### **III.II. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE SOLUCIONES**

El análisis del problema se hará uno a uno como se ha descrito en los puntos anteriores referente al Acercamiento.

Se puede observar que no existe un sistema de planeación y control de la producción con enfoque de optimización.



- A. **Pronósticos de Venta.**- El área de Planeación y Control de la Producción, no es responsable de la elaboración de los Pronósticos de Venta, esta es responsabilidad de las líneas comerciales. Planeación de la Producción recibía un pronóstico de venta anual a finales del año y esta era la base para la planeación de la producción del siguiente año. Los errores entre lo presupuestado y las ventas reales, denominado **forecast accuracy** es un indicador que no se medía y que tiene que ser considerado, analizado, estudiado y manejado estadísticamente para que el departamento de planeación mejore la efectividad de los Planes Maestros de Producción. Hay que recordar que los pronósticos son el elemento inicial y pieza clave para realizar la planeación de la producción y control de inventarios.

Los planes de producción y en consecuencia los programas de producción deben ser producto de un **SISTEMA DE PRONÓSTICOS**, validado con una técnica que proporcione el menor margen de error. La elaboración de los pronósticos de venta, es responsabilidad de cada una de las áreas de venta, sin embargo este es el punto en el que se ha coadyuvado para la empresa farmacéutica y que, más adelante se presentará, el desarrollo de un indicador que determine el margen de error de estos pronósticos también conocido como **Forecast Accuracy**. En el desarrollo de esta tesis se abundará acerca del cálculo e importancia de este indicador.

- B. Con un sistema de pronósticos, es posible llevar a cabo la elaboración de un **Plan Maestro de Producción MPS (Master Production Schedule)** por sus siglas en inglés y en consecuencia un **Plan de Requerimiento de Materiales MRP (Material Requirements Planning)** también por su siglas en inglés. Un MPS y MRP son herramientas que permiten brindar información necesaria para planear la producción, por supuesto que un software adecuado ayudaría a ejecutar dichas herramientas con una menor cantidad de tiempo invertido, sin embargo, con la ayuda de una hoja de cálculo fue posible obtener esta información con un horizonte de planeación a mediano plazo y sirvió de base para la implementación del módulo de Planeación Maestra en el ERP Dynamics AX, que es un software de planeación para la gestión de finanzas, recursos humanos y operaciones.

El MPS, obedeciendo al plan de pronósticos, ahora deberá cumplir con la política de inventarios que determina la organización en función del nivel de cobertura de inventario para los distintos productos de acuerdo a una clasificación ABC, (es un método de clasificación de inventarios, partiendo del principio de Wilfredo Pareto). Una vez satisfecha la política de inventarios, se deberán conseguir programar campañas o corridas de producción que favorezcan la productividad de la planta, tomando en cuenta la capacidad de planta.

- C. El Programa de Producción era un documento que no satisfacía las exigencias mínimas de herramienta de trabajo y control. Por lo tanto, en mayor medida no cumple con el elemental principio de optimización de campañas de producción que contribuyan a la disminución de tiempos de limpieza y **setup**, (técnica enfocada al cambio rápido de maquinaria y herramientas productivas) por piezas producidas:
1. No contenía todos los lotes por producir durante el mes.
  2. La información de los lotes por producir estaba incompleta: No incluyendo, número de lote, descripción completa del lote por producir, código del producto, días hábiles de operación.

3. Falta de orden en relación a la secuencia de niveles de cobertura de inventario, es decir de menor a mayor cobertura.
4. La secuencia de producción lo determinaba la disponibilidad de materiales, de tal manera que, en un mismo mes, se llegaba a acondicionar el mismo producto en diferente tiempo, incumpliendo el principio de trabajo en campaña que permite optimizar tiempos de limpieza y setup.

El Programa de Producción se debe elaborar a partir del MPS, la diferencia de uno con el otro es que el Programa de Producción especifica; los lotes en que será conseguida la cantidad a producir que establece el MPS, también establece la secuencia en que serán fabricados y acondicionados, asignando el turno (1ero, 2do ó 3ro) y evidentemente fecha de producción con sus respectivas operaciones unitarias. Contiene información de que lote, en específico, si se cuenta con uno o varios faltantes de insumos, fecha de llegada del faltate, número de orden de compra que lo ampara, fecha de aprobación del insumo una vez que ha llegado, es decir, el Programa de Producción es un documento dinámico que se actualiza día con día con la información que proporcionan los departamentos de compras, planeación, producción y aseguramiento de la calidad.

- D. La simulación de los faltantes de materiales es un elemento de mejora fundamental para elaborar y ejecutar un Programa de Producción continuo, productivo y óptimo. Al no tener identificados los insumos faltantes (principios activos, excipientes y materiales de empaque) con un horizonte de planeación de 2 meses, especificando el número de lote productivo en el que se tiene el o los faltantes, se estará cambiando la secuencia de producción con un alta productividad, cortando campañas o corridas, incumpliendo la política de inventarios. Faltarán seguimiento de las ordenes de compra en tránsito, es decir, de los insumos pendientes que los proveedores tienen por entregar. Sin un programa correctamente simulado, faltarán el control del seguimiento del proceso de muestreo y análisis de calidad de los insumos recibidos. Para la simulación de los faltantes de insumos en el programa de producción, se generará una plantilla en una hoja de cálculo que determinará el material que está haciendo falta y el número de lote que tiene el faltante; en función del orden o secuencia de producción. La diferencia de este "simulador" respecto a un Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), es que el MRP explota el requerimiento de materiales totales por mes, los compara con los niveles de inventario y determina la cantidad global de material faltante en un periodo determinado. De tal manera que provee información de la cantidad requerida para que, en consecuencia, se genere una requisición de compra que cumpla con la política de inventarios.

## IV. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar cada uno de los puntos objetivo que aporten solución a la implementación de este sistema de planeación, se requiere del conocimiento de los siguientes conceptos.



### IV.I. PRONÓSTICOS

La intención es definir la técnica de pronósticos más adecuada para predecir el futuro de las ventas, que permitan con el menor margen de error, programar la producción.

La administración de una técnica de pronósticos, hará que los sistemas de producción puedan utilizarse en forma eficiente. Los clientes podrán obtener los productos, con puntualidad cantidad y calidad adecuadas.

Los pronósticos cuentan con un horizonte o una estimación de lo que se venderá en un cierto periodo de tiempo, a esto se le considera como horizonte de planeación; cuando el horizonte de planeación es largo, la información se vuelve útil para la definición del tamaño y capacidad instalada de la empresa. Si es mediano, ayudará a la definición de políticas laborales y a corto plazo, cuyo rango se puede ubicar entre 1, 3 y 6 meses, se considera entre otras cosas con el objetivo de controlar la producción diaria y la compra de los insumos. En el presente trabajo se analizarán los pronósticos de corto plazo, esto es, los presupuestos anuales, de forma mensualizada, como periodos para el área de ventas.

El método de pronóstico más preciso, puede llegar a ser muy costoso, de tal manera que se tiene que perseguir un sistema que logre dimensionar claramente lo que se pretende obtener con lo pronosticado, que logre dimensionar la desventaja de tener márgenes de error entre 5 y 20%, de la misma manera la valuación de la disponibilidad de la información. Esta contextualización ayudará a andar por el camino correcto con la técnica de pronóstico empleada.

Los métodos más comunes para desarrollar un pronóstico con información previa, son los promedios móviles simples, los promedios móviles ponderados, el suavizamiento exponencial, doble suavizamiento exponencial, análisis de regresión y modelo de tendencias de Winters; a continuación se presenta una explicación breve de cada uno de ellos:

#### IV.I.I. Promedio móvil simple

Un promedio móvil se obtiene al promediar los datos de la demanda, correspondiente a un cierto periodo, que usualmente es el más reciente, cuando los datos referentes a la demanda no muestran crecimiento rápido, ni característica de estacionalidad. Esta técnica resulta útil, a medida que se incrementan (el número de observaciones que se incluirán en el promedio móvil), el

modelo tiende a disminuir el ruido. Sin embargo conforme n se incrementa, el modelo presenta menor capacidad de respuesta ante los cambios en los patrones de venta.

$$\text{Promedio M\u00f3vil (PM)} = \frac{\text{suma de la demanda antigua para los \u00faltimos } n \text{ periodos}}{\text{n\u00famero de periodos que se utilizan en el modelo}} = \frac{\sum_{j=1}^n D_{t-j+1}}{n} \quad (1)$$

Donde:

**t** es el \u00edndice del periodo en curso

**j** es el \u00edndice general

**D<sub>j</sub>** es la demanda durante el periodo j.

El promedio var\u00eda con el transcurso del tiempo. Despu\u00e9s de haber transcurrido cada periodo, se elimina la demanda del periodo m\u00e1s antiguo y la demanda del periodo m\u00e1s reciente se agrega al c\u00e1lculo siguiente.

#### **IV.I.II. Promedio m\u00f3vil ponderado**

El promedio m\u00f3vil asigna igual peso a cada observaci\u00f3n de la demanda anterior que se haya utilizado para obtenerlo. Un promedio ponderado permite asignar los pesos que se desee a la demanda antigua. Se define como sigue:

$$\text{Promedio m\u00f3vil ponderado (PMP)} = \sum_{t=1}^n C_t D_t \quad (2)$$

Donde  $0 \leq C_t \leq 1$ , es decir,  $C_t$  es una fracci\u00f3n que se utiliza como un peso para el periodo t y

$$\sum_{t=1}^n C_t = 1. \quad (3)$$

En general, a la demanda m\u00e1s reciente se le asigna m\u00e1s peso y por tanto, el modelo tiene mayor capacidad de respuesta ante los cambios aut\u00e9nticos de la demanda.

#### **IV.I.III. Suavizamiento exponencial simple**

El suavizamiento exponencial simple es un tipo especial de t\u00e9cnica para obtener una estimaci\u00f3n que pondere estimaciones anteriores y demanda real. El estimador se denotar\u00e1 por  $S_t$ . La ecuaci\u00f3n es:

$$S_T = \alpha D_T + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (4)$$

El pron\u00f3stico para el periodo T + k es:  $F_{T+k} = S_T$

$\alpha$  es el peso dado a la observaci\u00f3n m\u00e1s reciente. Para efectuar un suavizamiento exponencial en el tiempo T, se necesita un valor para  $S_{T-1}$ . Aunque existen varias maneras para estimar este valor, la m\u00e1s sencilla es promediar varios datos pasados.

#### **Selecci\u00f3n de la constante de suavizamiento $\alpha$**

Los valores altos de la constante de suavizamiento dan una mayor capacidad de respuesta tanto a las fluctuaciones como a los cambios aleatorios en el proceso subyacente. Una tendencia central estable con fluctuación aleatoria considerable, requiere de una constante de suavizamiento baja. Una constante de suavizamiento alta es más adecuada para fluctuaciones aleatorias pequeñas. Por regla general la constante de suavizamiento para un modelo constante debe estar entre 0.01 y 0.3.

#### **IV.I.IV. Suavizamiento exponencial doble**

Si se tuviera que pronosticar un modelo con tendencia usando suavizamiento exponencial simple, el pronóstico tendría una reacción retrasada al crecimiento, de tal suerte que es necesario estimar una pendiente. La estimación de la pendiente en el tiempo T será:

$$B_T = (S_T - S_{T-1}) \quad (5)$$

Con esta idea, se puede utilizar suavizamiento exponencial para actualizar la estimación de la tendencia, lo que lleva al suavizamiento exponencial doble, representado por el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$S_T = \alpha d_T + (1 - \alpha)(S_{T-1} + B_{T-1}) \quad (6)$$

$$B_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)B_{T-1} \quad (7)$$

$$F_{T+k} = S_T + kB_T \quad (8)$$

Se necesitan al menos 2 ciclos para calcular una pendiente de crecimiento promedio, este dato será  $B_T$ . Ahora bien, para calcular la primer ordenada, se calcula el promedio que se tenga de todos los datos existentes. Dependiendo del lugar que ocupe este promedio se le adiciona los factores de crecimiento  $B_T$  que le corresponda. Una vez que se tienen los valores iniciales, se pueden pronosticar periodos futuros.

#### **IV.I.VI. Modelo de tendencias de Winters**

Winters (1960) desarrolló un modelo para una serie con tendencia lineal y, también, un patrón de comportamiento de tipo estacional o periódico en los datos o valores de la serie de tiempo, logrando manejar la porción constante de la demanda, la tendencia y la estacionalidad.

Formalmente el modelo es:

$$d_t = (a + b_t)c_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

a = porción constante

b = pendiente de la componente de tendencia

$c_t$  = factor estacional para el periodo t

$\varepsilon_t$  = aleatoriedad no controlable

Hay que definir las siguientes variables:

$d_t$  = demanda en el periodo  $t$

$L$  = número de estaciones en el año (o en otro marco de tiempo)

$T$  = número de periodos de datos disponibles;  $T = mL$ , donde  $m$  es el número de años completos de datos disponibles

$S_t$  = estimación para el término constante  $a$  calculado en el periodo  $t$

$B_t$  = estimación del término de tendencia  $b$  calculada en el tiempo  $t$

$C_t$  = estimación de la componente estacional para el periodo  $t$

Se calculan los factores estacionales usando la fórmula

$$C_t = \frac{d_t}{S_T - B_T(T-t)} \quad (10)$$

Donde  $C_t$  es la estimación de  $c_t$ . Se promedian los factores estacionales para la misma estación de cada año para eliminar el ruido. Estos factores estacionales, sin embargo, no necesariamente suman 1. Para normalizarlos primero se determina  $R$ , el cociente de la duración de la estación entre la suma de los factores estacionales:

$$R = \frac{L}{\sum_{t=T-L+1}^T C_t} \quad (11)$$

Esta razón se multiplica por los factores estacionales que se tienen para obtener nuevos:

$$C'_t = R \times C_t \quad (12)$$

La estimación del término constante  $S_t$  será:

$$S_T = \alpha \left( \frac{d_T}{C_{T-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{T-1} + B_{T-1}) \quad (13)$$

Para actualizar la estimación de la componente de tendencia, se usa la ecuación:

$$B_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)B_{T-1} \quad (14)$$

Por último los factores estacionales actualizados se estimarán con:

$$C_T = \gamma \left( \frac{d_T}{S_T} \right) + (1 - \gamma)(C_{T-L}) \quad (15)$$

El pronóstico para dentro de  $k$  periodos ( $k < L$ ) está dado por:

$$F_{T+k} = (S_T + kB_T)C_{T+k-L} \quad (16)$$

#### **IV.I.VI. Control del pronóstico**

El sistema de pronósticos necesita retroalimentación para asegurar los mejores resultados. El control del pronóstico intenta determinar si el pronóstico se desvía de los resultados reales debido a la aleatoriedad o a un cambio esencial en el proceso. Las variaciones aleatorias pueden ignorarse pero las no aleatorias exigen cambios en los parámetros del modelo o incluso en el modelo mismo.

#### **IV.I.VII. Desviación media absoluta**

La sencillez de este cálculo lo ha convertido en el método que mas se utiliza para dar seguimiento a los errores en los pronósticos. El error en el pronóstico se define como la demanda real menos lo pronosticado.

$$e_t = D_t - f_t \quad (17)$$

Donde  $D_t$  es la demanda durante el periodo  $t$  y  $f_t$  es el pronóstico elaborado al concluir el periodo  $t-1$ , para el periodo  $t$ .

### **IV.II. TEORÍA DE INVENTARIOS**

#### **Administración de inventarios en la cadena de suministros**

La demanda de los artículos contenidos en los inventarios de demanda independiente, como aquellos almacenados en el centro de distribución, es influida por factores fuera de las decisiones de la compañía. Estos factores externos inducen una variación aleatoria en la demanda para tales artículos.

La demanda de los artículos de inventario en la etapa de manufactura, como por ejemplo, la materia prima, depende de factores internos dentro del control de la empresa, como el plan maestro de producción.

**Inventario en tránsito.**- Son conocidos también como inventarios de tubería. Este inventario es aquel que viaja de una localidad a otra. La cantidad de este inventario depende de costos de transporte, distancia y servicio.

**Inventario cíclico.**- Existe cuando las ordenes se hacen en cantidades mayores de las necesarias para satisfacer los requerimientos inmediatos, tomando en cuenta el manejo de economías de escala.

**Inventario de seguridad.**- Suministra protección contra irregularidades o incertidumbre en la demanda; esto es cuando la demanda excede lo pronosticado o cuando el tiempo de reabastecimiento es más largo que el consumo. Esta clase de inventario asegura que la demanda del cliente puede satisfacerse de inmediato, y que los clientes no tendrán que esperar mientras sus órdenes van a la producción atrasada.

**Inventario de anticipación.**- Es necesario para productos con patrones estacionales de demanda y suministro uniforme

#### **IV.II.I. Decisiones rutinarias de inventario**

Solo se necesitan tomar dos decisiones al administrar inventarios de demanda independiente: cuánto ordenar (tamaño) y cuándo ordenar (tiempo).

Existen 4 reglas de decisión que consisten en colocar órdenes para una cantidad de orden fija o variable, con un tiempo fijo o variable entre órdenes sucesivas.

- a) Bajo la regla utilizada de punto de orden (Q,R), una orden por una cantidad fija (Q), se coloca siempre que el inventario alcance un punto de reorden (R).
- b) La cantidad fija (Q) a ordenar puede ser cada cierto tiempo fijo (T).
- c) Bajo la regla (S,T), una orden se coloca cada (T) periodos por una cantidad igual a la diferencia entre el saldo actual a la mano y el nivel deseado de inventario (S).
- d) O bien, la cantidad a ordenar para un nivel de inventario deseado (S) se coloca cuando se llega a cierto nivel de reorden (R).

#### **IV.II.II. Determinación del desempeño del sistema de inventario**

**Rotación de inventario.**- Relaciona los niveles de inventario con el volumen de ventas del producto. La rotación de inventario es calculada como el volumen anual de ventas dividido entre la inversión promedio de inventario. Una alta rotación de inventario sugiere un alto grado de retorno sobre la inversión en inventario. Sin embargo este indicador no refleja los beneficios de tener cierto nivel de inventario.

Para capturar un beneficio mayor de inventario, algunas empresas usan el servicio a clientes para evaluar el desempeño de su sistema de inventarios. Una medida común del servicio a cliente es la **tasa de llenado** (el porcentaje de unidades inmediatamente disponibles cuando son solicitadas por los clientes). Esta tasa de llenado puede ser vista también en términos de número de productos, el número de veces que ocurrió cualquier escasez en un periodo, el periodo que estuvo un artículo en desabasto, el porcentaje de clientes que sufrieron una falta de disponibilidad.

#### **Costos relacionados con el inventario**

La inversión en inventario no es el único costo asociado con la administración de inventarios, existen otros 3 elementos de costo:

**Costo de preparación de órdenes.**- Se incurre en este costo cada vez que se coloca una orden de reabastecimiento. Se incluyen los costos variables de personal asociados a la emisión del papeleo, mas cualquier costo ocasional involucrado, por ejemplo, transportar mercancía entre plantas y centros de distribución.

**Costos de mantener el inventario.**- Al asignar capital al inventario, la compañía deja de utilizar esos fondos para otros propósitos, por tanto, se incurre en un costo de capital, expresado como una tasa anual de interés, debido a la inversión en inventario. El costo de capital es sólo una parte del costo de mantenimiento de inventario. Otros son los costos variables de impuestos y seguros sobre inventarios, los costos de la obsolescencia del inventario y los costos de operación relacionados con almacenar el inventario.



**Costos por faltante y de servicio al cliente.**- Costos incurridos cuando la demanda excede el inventario disponible de un artículo. Este costo es más difícil de medir que los costos de preparación o de mantenimiento. En algunos casos, los costos por faltantes pueden igualar el margen de contribución del producto cuando el cliente compra el artículo con empresas de la competencia, en otros casos se incurre en multas cuando existen contratos de por medio.

#### **IV.II.III. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)**

La Cantidad Económica de Pedido, Economic Order Quantity, EOQ. Es un modelo para el control de inventarios que, considerando: a) una demanda conocida y constante, determinista; b) el costo de mantener el inventario y, c) el costo de ordenar un pedido; produce como salida la cantidad óptima de unidades a pedir para minimizar costos por mantenimiento del producto.

El principio del EOQ se basa en encontrar el punto en el que los costos por ordenar un producto y los costos por mantenerlo en inventario son iguales.

El modelo hace varias suposiciones simples:

- Tasa de demanda constante,
- Tiempo de reabastecimiento, lead time, de proveedor es constante.
- Abastecimiento automático del inventario, cuando llega a cero.
- No hay descuento por compras en volumen, por lo que, los costos de adquisición son independientes de la cantidad pedida.
- Los costos totales, (costos de adquisición; más los costos de mantener el inventario, proporcionales al volumen; más los costos de ordenar, fijos por cada orden)
- Capacidades de producción y de inventario son ilimitadas.

A pesar de estas restricciones, el modelo proporciona información útil para toma de decisiones, aún en operaciones que divergen sustancialmente de estas suposiciones.

La ecuación del costo anual total para la cantidad económica ordenada es:

$$CAT = \left(\frac{D}{Q}\right) C_p + \left(\frac{Q}{2}\right) C_H \quad (18)$$

Esta ecuación contiene dos términos.

El primero  $\left(\frac{D}{Q}\right) C_p$  representa el costo anual de ordenar, donde D es la demanda anual del artículo. Q es la cantidad ordenada y  $C_p$  es el costo de preparación de la orden.

El segundo término  $\left(\frac{Q}{2}\right) C_H$ , representa el costo anual de mantenimiento de inventario, donde el inventario promedio se supone como la mitad de la cantidad ordenada Q y  $C_H$  es el costo de mantenimiento del inventario por unidad por año; esto es, el costo del artículo (v) multiplicado por la tasa anual de costo de mantenimiento de inventario ( $C_r$ ).

#### **Determinación de la EOQ**

Un método para determinar la cantidad ordenada de mínimo costo es graficar el costo total de la ecuación para varias cantidades ordenadas. El costo mínimo puede encontrarse gráficamente en la parte más baja de la curva. Ejemplo con los siguientes valores:

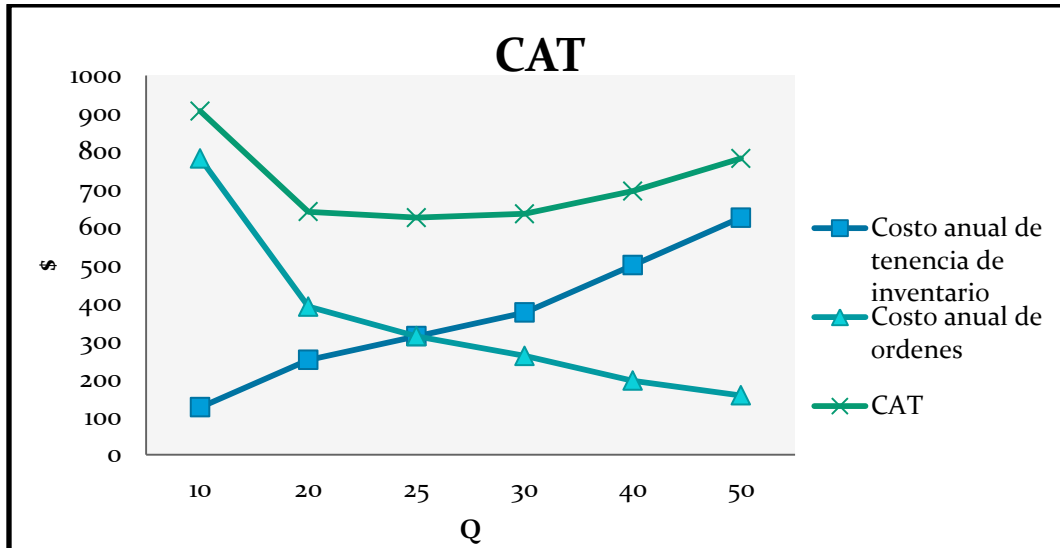
$$D = 1250$$

$$C_p = 6.25$$

$$C_H = 25$$

$$CAT = (1250/Q)6.25 + (Q/2)25$$

Gráfico 1 Costo Anual Total en función de EOQ



Fuente: E. Vollmann, Thomas, Planeación y Control de la Producción, Administración de la cadena de suministro, Mc Graw Hill, 2005, p 152.

El costo mínimo total puede encontrarse gráficamente que es igual con  $Q = 25$ . Se puede verificar que para esta estructura de costos, la solución con el costo mínimo existe donde el costo anual de ordenar es igual al costo anual de mantener el inventario.

Un segundo método da la solución de manera directa, con la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2C_p A}{C_H}} \quad (19)$$

De esta fórmula se desprende otro parámetro de control de inventarios, el **tiempo económico entre órdenes** (TEO) en semanas:

$$TEO = EOQ / \bar{D} \quad (20)$$

Donde  $\bar{D}$  es la tasa promedio de uso semanal. Esta medida puede utilizarse para determinar la frecuencia económica de órdenes o el tiempo entre las revisiones de inventario.

#### IV.II.IV. Decisiones de tiempo de órdenes

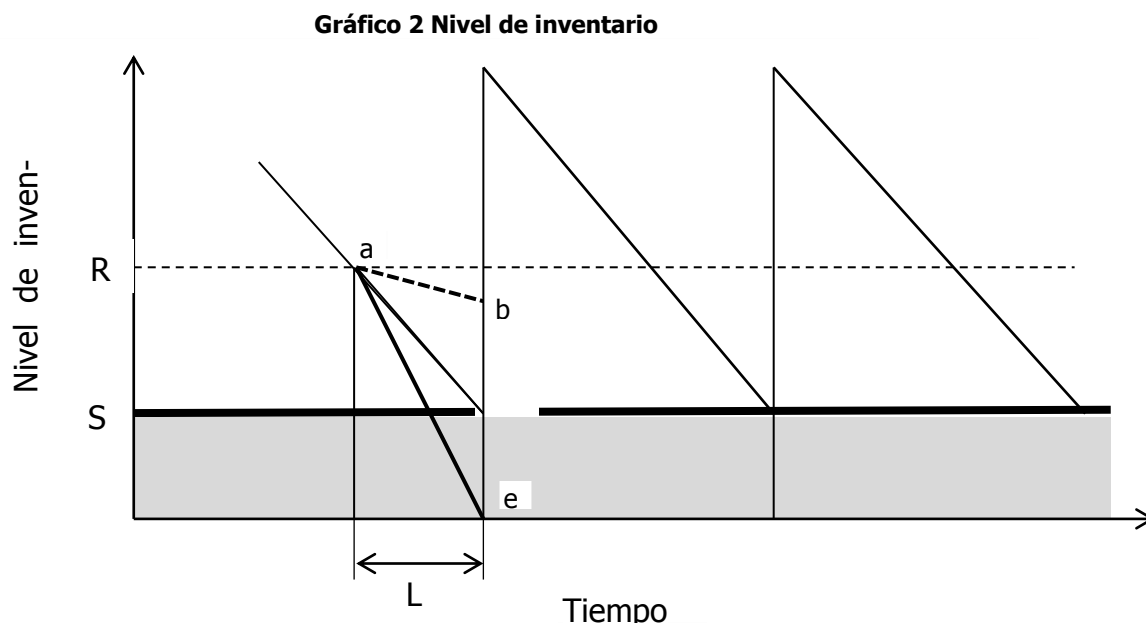
El objetivo es calcular el punto de reorden (R). El nivel de inventario se supone bajo un continuo monitoreo y cuando el nivel de mercancía alcanza el punto de reorden, se emite una orden de reabastecimiento por una cantidad fija Q. La fijación del punto de reorden está influenciada por cuatro factores: la tasa de demanda, el tiempo de espera requerido para reabastecer el inventario, la cantidad de incertidumbre en la tasa de demanda y el tiempo de espera de reabastecimiento.

**Uso del inventario de seguridad para incertidumbre.-** Las suposiciones de una tasa fija de demanda y de tiempo constante de reabastecimiento rara vez son justificadas en operaciones reales. La tasa de demanda puede variar de un día a otro, se puede tener un promedio diario, pero al final, un promedio es un parámetro estadístico, se puede tener demanda mayor o menor a este promedio. De tal suerte que la diferencia entre la demanda promedio durante el tiempo de espera y el punto de reorden se llama inventario de seguridad (S).

El punto de reorden R en este diagrama tiene dos componentes: el nivel de inventario de seguridad S, y el nivel de inventario (R-S) requerido para satisfacer la demanda promedio  $\bar{d}$  durante el tiempo promedio de reabastecimiento L. El punto de reorden es la suma de los dos:

$$\overline{R} = \bar{d} + S. \quad (21)$$

Cuando se emite una orden de reabastecimiento (en el punto a), las variaciones de demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento significan que el nivel de inventario puede caer entre el punto b y e. Cuando la demanda es igual o menor al tiempo de espera de reabastecimiento, el nivel de inventario alcanza un punto entre b y c, y el inventario de seguridad no es necesario. Sin embargo, cuando la tasa de demanda excede el tiempo de espera de reabastecimiento, el nivel de inventario cae entre los puntos c y e, de tal suerte que el inventario estará vacío a menos que exista un inventario de seguridad disponible.



Fuente: E. Vollmann, Thomas, Planeación y Control de la Producción, Administración de la cadena de suministro, Mc Graw Hill, 2005, p 155.

#### **IV.II.V. Determinación del inventario de seguridad**

Antes de decidir el nivel del inventario de seguridad, debe establecerse un criterio para determinar cuánta protección contra escasez de inventario se requiere: la probabilidad de vaciar el inventario en cualquier ciclo dado de orden de reabastecimiento, o el nivel de servicio deseado al cliente al satisfacer inmediatamente la demanda del producto usando inventario.

**Probabilidad de vaciar el inventario.**- Un método para determinar el nivel requerido de inventario de seguridad es especificar un riesgo aceptable de que el inventario se vacíe durante cualquier ciclo dado de orden de reabastecimiento. Se debe determinar una distribución de la demanda, asociando un valor de probabilidad a cada variable aleatoria (demanda) y definir el inventario de seguridad (S) en función de la probabilidad de que la demanda exceda ciertos niveles.

**Nivel de servicio al cliente.**- Un segundo método para determinar el nivel requerido de inventario de seguridad es especificar una tasa aceptable de llenado. Para hacer esto, se define el nivel del servicio al cliente así como el porcentaje de demanda, medido en unidades, que puede ser surtido directamente del inventario.

$$NS = 100 - \left(\frac{100}{Q}\right) \sum_{d=R+1}^{dmax} P(d)(d - R) \quad (22)$$

Donde:

Q = cantidad ordenada

R = punto de reorden

P(d) = probabilidad de una demanda de "d" unidades durante el tiempo de espera de reabastecimiento.

dmax = demanda máxima durante el tiempo de espera de reabastecimiento

**Distribuciones continuas.**- Dos criterios diferentes para determinar el nivel requerido de inventario de seguridad y el punto de reorden han sido descritos (es decir, el uso de la probabilidad de vaciar el inventario y el nivel deseado de servicio al cliente). Al analizar ambos criterios, se usó una distribución discreta para describir la incertidumbre en la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento. Es conveniente aproximar una distribución discreta a una distribución continua para simplificar los cálculos de inventario de seguridad y de punto de reorden. Una distribución que rinde una aproximación cercana a los datos empíricos es la distribución normal.

**Criterio de probabilidad de vaciar el inventario.**- Utilizando una distribución normal, se determina la media y la desviación estándar para la distribución de la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento. Posteriormente se calcula el inventario de seguridad (o punto de reorden) usando una tabla de valores de probabilidad normal.

Inventario de seguridad =  $Z\sigma_d$

Punto de reorden = demanda media durante el tiempo de espera de reabastecimiento +  $Z\sigma_d$

Donde:

Z = valor apropiado de la tabla de distribución de probabilidades normal estándar.

$\sigma_d$  = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento.

**Criterio de servicio al cliente.**- Para este caso, se necesita el número promedio de vacíos de inventario por ciclo de orden de reabastecimiento. Para obtenerlo, la cantidad mostrada:

$$\sum_{d=R+1}^{dmax} P(d)(d - R)$$

Es sustituida por  $\sigma_d E(Z)$ .

El  $\sigma_d$  es la desviación estándar de la distribución normal que se utiliza para aproximar la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento.

El valor de  $E(Z)$  es la expectativa parcial de la distribución normal llamada función de servicio. Es el número esperado de vacíos en inventario cuando  $Z$  unidades de inventario de seguridad se tengan en la curva normal estándar.

$$NS = 100 - \left(\frac{100}{Q}\right) (\sigma_d * E(Z)) \quad (23)$$

$$E(Z) = [(100 - NS)Q]/100\sigma_d \quad (24)$$

**Factor de corrección del periodo.**- En algunos casos los datos de demanda son suministrados en un número diferente de unidades de tiempo que el tiempo de espera. En tales casos deben hacerse ajustes al calcular los inventarios de seguridad:

$$\text{Demanda promedio durante el tiempo de espera de reabastecimiento} = \bar{D}m$$

La desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento es:

$$\sigma_d = \sigma_D \sqrt{m} \quad (25)$$

$$\text{El inventario de seguridad} = Z\sigma_D \sqrt{m} \quad (26)$$

Donde:

$\bar{D}$  = demanda promedio por periodo

$m$  = tiempo de espera expresado como múltiplo del periodo utilizado para la distribución de la demanda.

$\sigma_d$  = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento.

$\sigma_D$  = desviación estándar de la demanda por periodo

$Z$  = valor apropiado de la tabla de distribución de probabilidades normal estándar

En múltiples ocasiones, el tiempo de espera de reabastecimiento también es variable, se puede utilizar lo siguiente reportado por Namias<sup>1</sup>.

Demanda promedio durante el tiempo de espera de reabastecimiento =  $\bar{D}\bar{L}$

Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento

$$\sigma_d = \sqrt{\bar{D}\sigma_D^2 + \bar{L}\sigma_L^2} \quad (27)$$

Donde

$\bar{D}$  = demanda promedio por periodo

$\bar{L}$  = tiempo promedio de espera por periodos

$\sigma_D^2$  = desviación estándar de la demanda por periodo

$\sigma_L^2$  = desviación estándar del tiempo de espera de reabastecimiento.

**Distribución de error en el pronóstico.**- Los inventarios de seguridad están relacionados con los errores en los pronósticos, a mayor error (forecast accuracy), mayor deberá ser el inventario de seguridad para mantener un nivel de servicio adecuado. Para tal efecto, debemos calcular la desviación estándar de la distribución de error de pronóstico =  $\sigma_E$ .

Inventario de seguridad =  $Z\sigma_E$

En algunos casos, como aproximación se considera a  $\sigma_E$  como 1.25DMA, esto es 1.25 veces la Desviación Media Absoluta del pronóstico, si se verifica que los errores de pronósticos están distribuidos normalmente.

**Criterio del costo total.**- En algunos casos, el costo de no tener unidades en inventario (por ejemplo, utilidades perdidas, costos de penalización y pérdida del crédito comercial con el cliente) puede ser cuantificado. El uso de este costo, el costo de escasez ( $C_s$ ), permite un examen más comprensivo de las decisiones de inventario ya que los costos de ordenar, tener y de escasez pueden todos considerarse al determinar los parámetros del inventario.

$$CAT = \frac{A}{Q} [C_P + C_S (\sum_{d=R+1}^{d_{\max}} (d - R)P(d))] + C_H \left[ \frac{Q}{2} + (R - \bar{d}) \right] \quad (28)$$

Donde;

A = demanda anual

Q = cantidad ordenada

$C_P$  = costos fijos de ordenar

$C_H$  = costo anual de mantenimiento de inventario por unidad =  $vC_r$

v = costo unitario del artículo

$C_r$  = tasa anual del costo de mantenimiento de inventario

d = demanda durante el tiempo de espera de reabastecimiento

$\bar{d}$  = demanda promedio durante el tiempo de espera de reabastecimiento

P(d) = probabilidad de que la demanda durante el tiempo de espera sea igual a d

R = punto de reorden

---

<sup>1</sup> E. Vollmann, Thomas, *Planeación y Control de la Producción, Administración de la cadena de suministro*, Mc Graw Hill, 2005, p 160.

$(R - \bar{d})$  = nivel de inventario de seguridad  
Cs = costo por faltantes por unidad

Cualquier solución particular a la ecuación suministra el costo total por año para un valor dado de la cantidad ordenada Q y el punto de reorden R.

Procedimiento iterativo de Q, R.- Desarrollado por Felter y Dalleck.

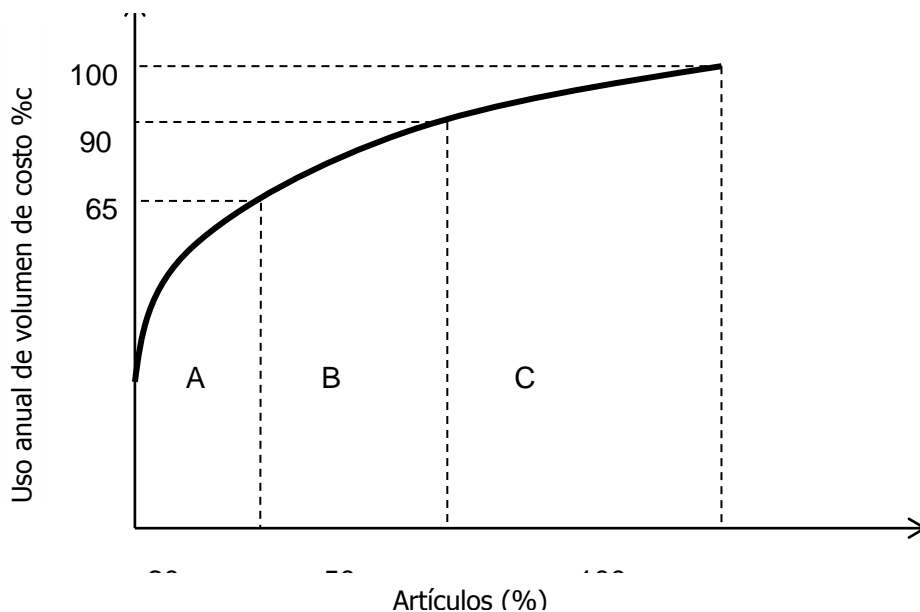
1. Comienza con el cálculo de EOQ.
2. Obtener  $P(d>R) = QC_H/AC_S$  y determinar el valor de R comparando el valor de  $P(d>R)$  con la demanda acumulativa durante los valores de la distribución del tiempo de espera.
3. Determinar  $E(s)$ , el faltante esperado de inventario, utilizando el valor R del paso 2.
4. Calcular  $Q = \sqrt{2A[C_p + C_S E(s)_R]/C_H}$
5. Repetir los pasos 2 a 4 hasta que ocurra la convergencia, es decir, hasta que los valores secuenciales de Q en el paso 4 y de R en el paso 2 sean iguales.

Es necesario señalar que este criterio se inserta como ejemplo, ya que, el autor de la tesis carece de información acerca de costos dentro de la empresa.

#### IV.III. ADMINISTRACIÓN DE ARTÍCULOS MÚLTIPLES

**Análisis ABC de criterios múltiples.-** Varios criterios no de costo son importantes para la administración de inventarios. Entre ellos están el tiempo de entrega, la disponibilidad, tiempo de reemplazo y el que sea crítico o no. El que sean críticos parece resumir los sentimientos de los gerentes acerca de la mayoría de los aspectos no de costo que mantienen los artículos. Considera aspectos tales como la severidad del impacto provocado por su carencia, cuán rápido puede comprarse el artículo, si hay un sustituto disponible y hasta la consecuencia política de la carencia.

Gráfico 3 Distribución teórica ABC



Fuente: E. Vollmann, Thomas, Planeación y Control de la Producción, Administración de la cadena de suministro, Mc Graw Hill, 2005, p 169.

Para mantener el número de políticas de administración de inventario en un número pequeño y trabajable, el número de combinaciones de criterios debe mantenerse pequeño. Esto significa combinar criterios de costos y de otra naturaleza. El procedimiento para lograr esto consta de varios pasos. Primero se produce la distribución de uso del dinero y las categorías ABC asociadas. El segundo paso consiste en establecer las categorías ABC de cuán importante es el artículo. Para reducir la confusión, se utilizan I, II, y III para designar las categorías críticas.

Existen nueve posibles combinaciones que podrían requerir una política diferente de administración. Si se desea se puede reducir el número de combinaciones para obtener tres categorías iniciales de artículos. Estas categorías, AA, BB y CC, dan un punto de partida para que la administración reevalúe las clasificaciones de los artículos. El procedimiento simplemente asigna todos los artículos de AI, AII y BI a AA, todos los artículos AIII, CI y BII a BB, y todos los artículos en BIII, CII y CIII a CC. El paso final es definir las políticas específicas para administrar cada categoría. De tal suerte que para la categoría AA, se pueden asignar los siguientes parámetros de política de administración de inventarios:

1. Frecuencia de conteo: Mensual
2. Cantidad ordenada: Pequeña para artículos costosos
3. Inventario de seguridad: Grande para artículos críticos
4. Revisión de reclasificación: Semestral

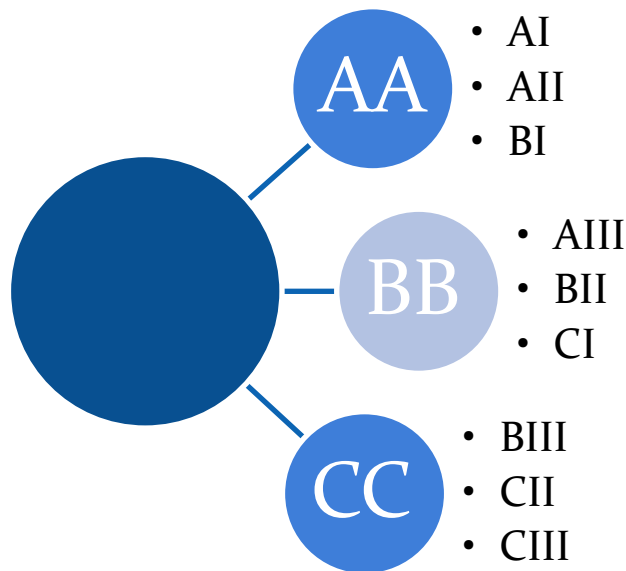
**Gráfico 4 DISTRIBUCIONES CON CRITERIOS MÚLTIPLES**

USO DEL DINERO	CALIDAD DE CRITERIO		
	I	II	III
A	AI	AII	AIII
B	BI	BII	BIII
C	CI	CII	CIII

En el gráfico anterior, se muestran las combinaciones posibles entre los criterios de uso del dinero y de calidad. Estas combinaciones generan una nueva clasificación de productos.



**Gráfico 5 CLASIFICACIÓN ABC CON DOS CRITERIOS**



A partir de esta nueva clasificación de productos. Se puede tomar la decisión analizar estadísticamente la demanda para definir Inventarios de Seguridad, Puntos de Reorden y Niveles de Servicio deseados para los productos AA.

#### **IV.IV. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)**

Es un sistema central en el sistema de planeación y control de la manufactura. Un plan maestro de producción efectivo brinda la base para hacer buen uso de los recursos de manufactura, hacer las promesas de entrega a los clientes, resolver los intercambios entre ventas y manufactura.

**Actividad del Plan Maestro de Producción (MPS).**- En el nivel conceptual, el Plan Maestro de Producción (MPS) traduce la planeación de ventas y operaciones en un plan para fabricar productos específicos en el futuro, en donde la planeación de ventas y operaciones enuncia en forma agregada la producción de manufactura requerida para alcanzar los objetivos de la compañía, es decir, el MPS es la traducción de la planeación de ventas y operaciones en productos manufacturables con sus cantidades y tiempos determinados, por lo tanto es una declaración de producción. El MPS toma en cuenta las limitaciones de capacidad, los costos de producción y otras consideraciones de recursos. La producción puede tener lugar con anticipación a la demanda de mercado para utilizar mejor la capacidad de producción, también es posible que un producto para el que hay demanda pronosticada ni siquiera se elabore.

**El ambiente de negocios para MPS.**- Se han identificado tres ambientes básicos de producción:  
Fabricación para inventario,  
Fabricación a la orden.  
Ensamble a la orden.

## Técnicas del plan maestro de producción

**Registros con fase de tiempo.**-En su manera mas simple, se presenta una tabla con un cierto horizonte de tiempo (horizonte de planeación), referida a una cierta unidad de tiempo de producción, esto puede ser días, semanas, meses, etc. Las variables que serán descritas en este plan son: Inventario Inicial, Pronóstico de Venta, Piezas a fabricar, Inventario Final.

**Tabla 1 MPS**

	Semana número											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Inventario Inicial</b>	20	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30	25
<b>Pronóstico de venta</b>	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
<b>Producción</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Inventario final</b>	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30	25	20

Fuente: E. Vollmann, Thomas, Planeación y Control de la Producción, Administración de la cadena de suministro, Mc Graw Hill, 2005, p 187.

Ante una variabilidad de pronósticos, incertidumbre en el cumplimiento al programa de producción, capacidad de planta, tamaños de lote, niveles de inventario deseados, se vuelve necesario definir estrategias en el Plan de Producción, como: estrategia “niveladora”, es decir, una producción constante en volumen, o una estrategia de “persecución”, es decir, una producción que varía en su volumen de acuerdo a la demanda.

El MPS debe rodar en el tiempo, esto es, al finalizar cada periodo tiempo tiene que actualizarse en las transacciones reales como: facturación real del periodo, piezas fabricadas reales para definir si el pronóstico es el adecuado o requiere modificación. De tal suerte definir si es necesario adelantar o retrasar producciones. El MPS debe tener la propiedad de mantener en todas sus actualizaciones el mismo horizonte de planeación. Para el caso de la Tabla 1, el horizonte de planeación es de 12 semanas.

**Estabilidad del MPS.**- Un plan maestro de producción estable resulta en programas estables de ensamble final y significa una mejora en el desempeño de las operaciones de planta. Demasiados cambios en el MPS son costosos en términos de reducción de productividad. Sin embargo, muy pocos cambios pueden conducir a bajos niveles de servicio a clientes y a incrementos de inventarios. El objetivo es lograr un equilibrio donde se monitoree y administre la estabilidad. Las técnicas más utilizadas para lograr la estabilidad del MPS son el tratamiento de órdenes planeadas en firme, periodos congelados de tiempo para el MPS y vallas de tiempo para establecer lineamientos claros para las clases de cambios que pueden hacerse en varios periodos.

## **V. DESARROLLO**

Como se había planeado al inicio de esta tesis, el objetivo es desarrollar e implementar un Sistema integral de Planeación de la Producción del giro farmacéutico, es por ello que, se despliega el presente capítulo

### ***V.I. PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN***

En la tabla siguiente se esquematiza el proceso de planeación de la producción en que, el autor, ha coadyuvado en su implementación en el grupo. Se cuenta con un sistema de planeación para inventarios (make to stock). Que refiere una producción de piezas suficientes para mantener un cierto inventario de producto terminado y que cubra con esto el pronóstico de ventas para uno o varios periodos determinados.

Los tiempos de proceso o tiempos de reabastecimiento en términos de producción, son amplios en relación con los tiempos de entrega que requieren los clientes ante la colocación de un pedido (1 semana máximo), si sumamos los tiempos de aprovisionamiento de materias primas, análisis de calidad en sus dos etapas, en materia prima y producto terminado, tiempos de proceso, se tienen de 5 hasta 8 semanas de tiempos de entrega de un pedido no pronosticado. Por lo tanto, el tipo de planeación que se requiere es una planeación para inventarios PPI ó MS por sus siglas en inglés. Este tipo de planeación garantiza cierto nivel de inventarios de producto terminado y con un análisis estadístico sencillo se pueden determinar stocks de seguridad y puntos de reorden específicos para los productos AA.

**Tabla 2 Proceso de Planeación de la Producción**



El proceso de Planeación de la producción es un ciclo que comienza con una revisión y ajustes de los pronósticos de venta. Esta revisión se ha logrado sistematizar a partir de un proceso conocido como Planeación de Ventas y Operaciones ó (SOP) por sus siglas en ingles. En este proceso se revisan tendencias de ventas por sku y por línea de venta, se informan estrategias comerciales y planeación de la producción proporciona fechas de entrega de los productos faltantes o con bajo nivel de inventario.

La administración de los pronósticos de venta se lleva a cabo dentro del sistema de información ERP, a partir de este contenido se ejecuta el Plan Maestro de Producción (MPS), hoy por hoy en una hoja de cálculo en tanto se parametriza de manera adecuada el módulo de Planeación Maestra en el ERP. El horizonte de planeación del MPS es semestral y se rueda mensualmente.

Concluido el MPS se hace la explosión de artículos, proceso conocido como MRP, este proceso también se lleva en una hoja de cálculo y nos dice el consumo de materias primas y materiales de empaque que se llevarán a cabo en periodos consolidados de tiempo, indica también el inventario en tránsito y las ordenes de compra sugeridas de acuerdo a su política de inventarios.

Paralelamente con el MRP se elabora el Programa bimestral de producción, como su nombre lo indica, el horizonte del programa de producción es de dos meses, en él, a diferencia del MPS, se detalla los lotes a fabricar, las cantidades por lote, los turnos y fechas de las operaciones unitarias programadas por lote , adicionalmente se describe en cada lote el faltante de insumos

que se hace falta para completar la orden de producción respectiva. A este proceso de identificación de faltantes de insumos, se le conoce como “simulación” del programa.

El programa de producción marca la pauta del orden de producción por operación unitaria, la secuencia de arribo de los tránsitos de insumos, ya que al tener una importante desviación al pronóstico de ventas, los cambios en los programas son continuos para satisfacer la demanda. Esto implica tener reprogramaciones en las fechas de entrega de insumos constantemente, pero esta práctica es parte ya del sistema, ha dejado de ser una variable para convertirse en una constante, y como tal se cuentan con formatos y programas para avisar al área de compras las recalendarizaciones de las entregas.

Una vez concluidos estos 4 procesos, resta lo más complicado en cualquier sistema de operación, la correcta ejecución de los programas. Aquí se desprende una función operativa de mucho valor en la cadena, que se denomina “Control de Piso”, el dueño de esta función debe garantizar el cumplimiento del programa de producción, con su intervención diaria de supervisión en cada uno de los subprocesos claves, desprendiendo en cada uno de ellos con subprogramas de seguimiento. De tal suerte que se requiere un programa de liberación de materias primas, un programa de surtido de órdenes de producción. Pero sobre todo la supervisión para su cumplimiento.

En este orden de ideas, he contribuido en el desarrollo de las siguientes herramientas de trabajo y establecimiento de procesos que sistematicen y maduren la planificación y control de la producción del grupo:

## ***V.II. ITEM MASTER***

El Item Master es un catálogo artículos que incluyen todos los sku's que conforman el producto terminado (PT), producto semiterminado, es decir, graneles (GR), materias primas como activos, excipientes y materiales de empaque, ya sea primario y secundario, es decir, un catálogo de todos los insumos inventariables requeridos para la fabricación de un producto. Esta codificación es importante, ya que se requiere para alimentar el Sistema de Información ERP.

Los campos o clase de información requerida por cada registro es la siguiente:

**Código de artículo;** Es el ID del artículo. Para una administración óptima de cada uno de los sku's es necesario proporcionarles un número identificador a cada uno de ellos, que los clasifique por tipo de artículo y familia. Se ha designado que cada código conste de 9 dígitos, la utilización de cada uno de los dígitos se detalla a continuación.

**Código de Producto Terminado.** Como ya se ha comentada el grupo administra las operaciones productivas de dos laboratorios farmacéuticos. El producto terminando estará diferenciado con los primeros 2 dígitos asociados al laboratorio que cuenta con el Registro Sanitario.

**Tabla 3 CÓDIGO DE PT POR EMPRESA**

Primeros dos dígitos	Empresa
22	A
23	P

Los siguientes dos dígitos corresponden a la línea de venta que comercializa el producto.

**Tabla 4 SEGUNDOS DOS DÍGITOS (LÍNEA DE VENTA)**

Siguientes dos dígitos	Línea de venta
10	Biogentec
15	Exportación
20	GI
25	Gobierno
30	Impulso
35, 36,37,38	Marcas Propias
40	OTC
50	Síndrome Metabólico
55	Sistema Nervioso Central

El quinto dígito determina si se trata de un producto de venta, una muestra médica o un original de obsequio.

**Tabla 5 TERCER DÍGITO (TIPO DE PRODUCTO TERMINADO)**

Quinto dígito	Tipo de producto terminado
0	Producto de venta
5	Muestra médica
8	Original de obsequio

Los últimos 4 dígitos son un consecutivo por orden alfabético. Por ejemplo el código: 235500680, corresponde a un producto terminado fabricado por el laboratorio P, producto de venta para la línea comercial; Sistema Nervioso Central, se trata de un SERTEX 50 mg 14 TAB (SNC).

La anterior codificación es de mucha utilidad para procesar información y generar filtros de artículos ya sea en la base de datos del sistema o inclusive en una hoja de cálculo.

**Código de insumos.** Cada laboratorio cuenta con su propio inventario de producto terminado e insumos. Sin embargo físicamente comparten las instalaciones productivas y de almacenamiento. Se ha planeado que a mediano plazo, Grupo N sea el dueño de los registros sanitarios y por lo tanto dueño del inventario. De tal manera que la asignación de códigos de insumos no contempla diferencia alguna si es que se trata de un material propiedad de una u otra empresa.

Los primeros dos dígitos hacen referencia a la atribución de un insumo inventariable, utilizado para la fabricación o acondicionamiento de un producto terminado.

**Tabla 6 PRIMEROS DOS DÍGITOS PARA UN ARTÍCULO DE TIPO INSUMO**

Primeros dos dígitos	Tipo de producto
20	Insumo para la fabricación o acondicionamiento

Los siguientes dos dígitos, (el tercero y el cuarto), definen la clase de insumo, es decir, si se trata de una materia prima como un excipiente, un principio activo o un papel aluminio para el acondicionamiento. A continuación se muestra la tabla que define las clases asociadas al tercer y cuarto dígito

**Tabla 7 CODIFICACIÓN DE UN ARTÍCULO SEGÚN SU CLASE**

Tercer y cuarto dígito	Clase de artículo
10	Principio activo
12	Excipiente
20	Aluminios
24	Cajillas individuales
28	Caja colectiva
30	Etiquetas
32	Tapas, frascos, pipetas dosificadoras
38	Tubos
40	Varios (separadores, ligas, bancos)
50	Graneles (semiterminados)

La definición de la clase de un artículo en función de su código, es una distribución útil para procesar información de manera ágil, ya sea en una hoja de cálculo o en la base de datos del sistema ERP. La capacidad de agrupar información a partir de la clase de un artículo permitirá conocer con una menor cantidad de operaciones:

- i. El nivel de inventario (pzas) ó (\$) de los excipientes, principios activos, o cualquier otra clase de artículo.
- ii. Calcular el índice de rotación de las cajillas, aluminios, pvc's, etc.
- iii. Llevar un mejor control de los inventarios físicos.

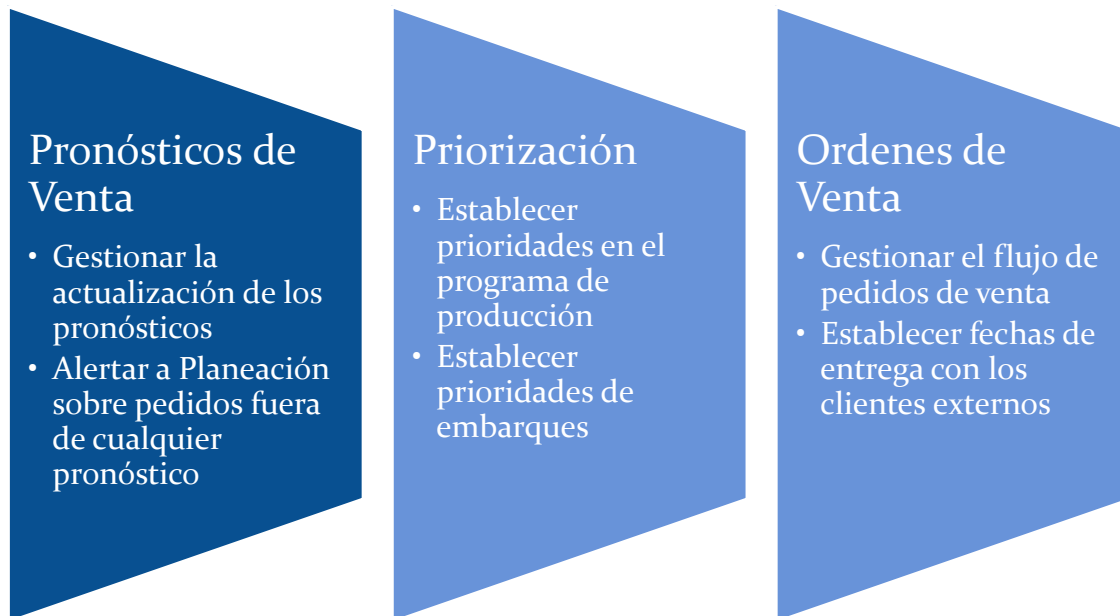
### **V.III. PLANEACIÓN DE VENTAS Y OPERACIONES (SOP) (Sales and Operation Planning)**

Se ha implementado un proceso de comunión entre el área de ventas y operaciones técnicas a través de un enlace denominado **Administración de la Demanda**.

Este departamento se ha integrado como un módulo de entrada entre la compañía y el mercado. Algunas compañías establecen la función de Administración de la Demanda en la Cadena de Suministros ya que consideran importante la administración del flujo de materiales desde la compra de materias primas hasta la entrega de producto terminado al cliente, sin embargo el departamento de Administración de la Demanda en el grupo reporta directamente a la Dirección de Ventas.

Sus principales funciones son:

**Gráfico 6 PRINCIPALES FUNCIONES DE ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA**



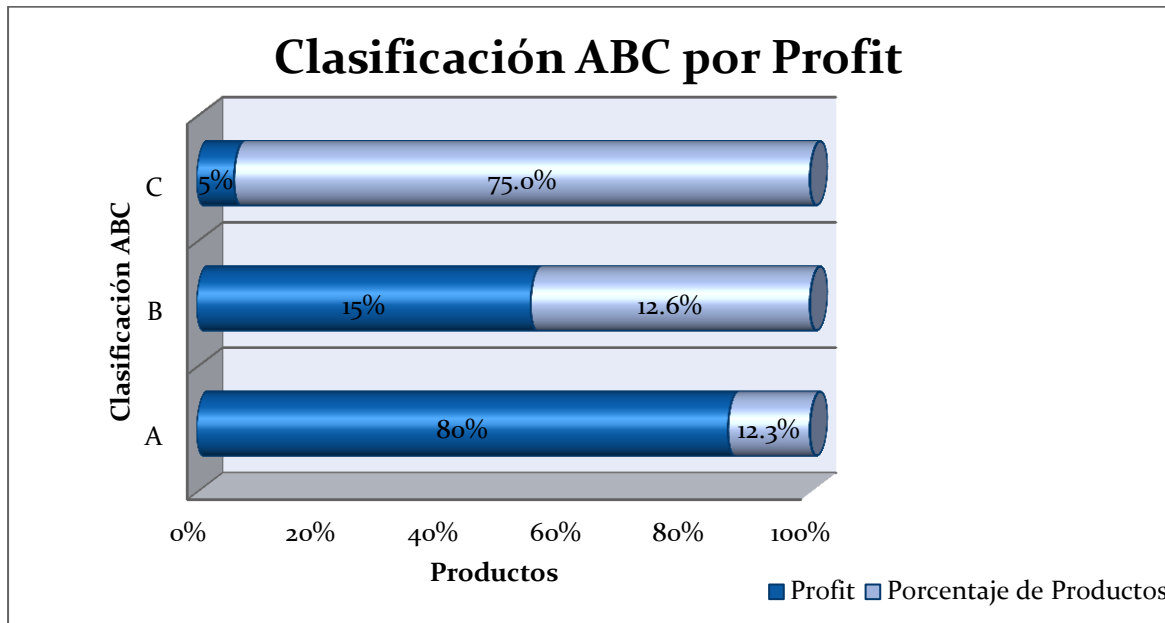
Al contar con 9 líneas comerciales, se generaba presión y conflicto por cada una de ellas hacia la planta para contar con todos sus respectivos medicamentos en cantidades y tiempos deseados de manera independiente, “cada uno de sus sku’s son A y los sku’s de las otra línea de venta son B o pueden esperar”. Es por ello que la función de un Departamento de Administración de la Demanda se hace evidente y necesaria, de tal suerte que marca prioridades consolidadas por grupo, pero sobre todo alerta al área de planeación de pedidos completamente fuera de cualquier pronóstico de venta. En ese sentido es necesario contar con una clasificación ABC agrupada en 2 criterios por beneficio profit y por importancia en el mercado.

#### **V.III.I. CLASIFICACIÓN ABC**

Los productos se han clasificado en ABC en función con la utilidad antes de impuestos de acuerdo a su volumen de venta. El resultado es el siguiente:



**Gráfico 7 CLASIFICACIÓN ABC POR PROFIT**



En este gráfico se observa que el 12.3% de los sku's generan el 80% de utilidad antes de impuestos. El 12.6% de los sku's contribuyen con el 15% de utilidad y por último el 75% de los sku's solo proporcionan el 5% del profit.

De otra forma se muestran los resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 8 CLASIFICACIÓN ABC POR PROFIT**

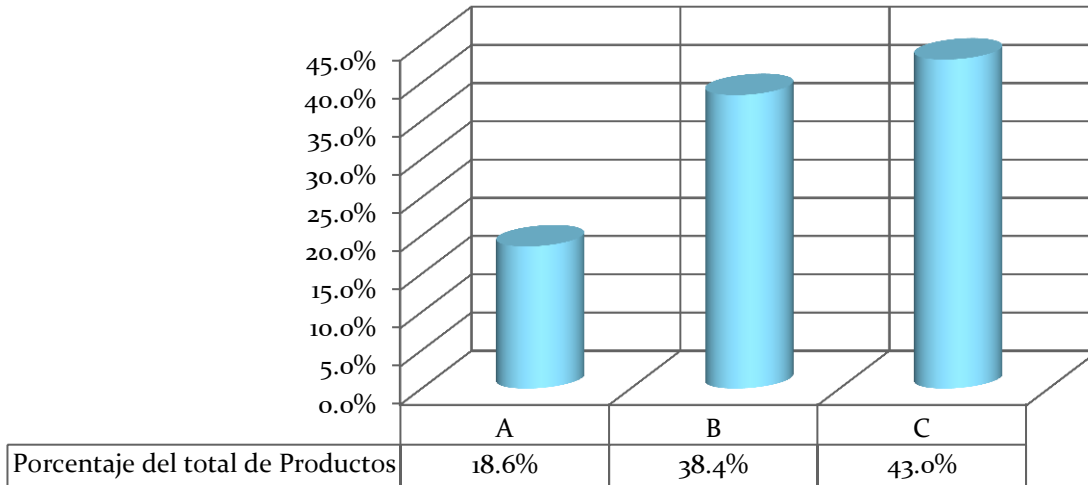
Clasificación	Profit	No. de productos	Porcentaje de Productos
A	80%	72	12.3%
B	15%	74	12.6%
C	5%	439	75.0%
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>585</b>	<b>100.0%</b>

Adicionalmente se ha diseñado un segundo criterio de clasificación utilizando las siguientes variables de decisión:

- Productos asignado en licitación del Sector Salud
- Productos únicos en el mercado privado o del Sector Salud
- Nuevos lanzamientos
- Estrategias de posicionamiento en el mercado

Una vez consolidando el criterio ABC por profit y los criterios de calidad arriba mencionados, se obtienen los siguientes resultados

**Gráfico 8 Clasificación ABC consolidado**



■ Porcentaje del total de Productos

El gráfico 8 nos muestra que el 18.6% de los sku's son clasificación A y el 81.4% restante B ó C. Será en este grupo de productos donde se presentará un estudio diferenciado de política de inventarios y de priorización en los programas de producción. La clasificación ABC requiere actualización después de un cierto periodo de tiempo, ya que las condiciones del mercado son cambiantes. Se ha determinado mantener la clasificación por un periodo de 12 meses.

Ahora bien, continuando con el proceso de integración entre la demanda y la oferta de la planta productiva, se tienen que definir 4 elementos fundamentales en la Planeación de Ventas y Operaciones (SOP): demanda, oferta, volumen y mezcla.

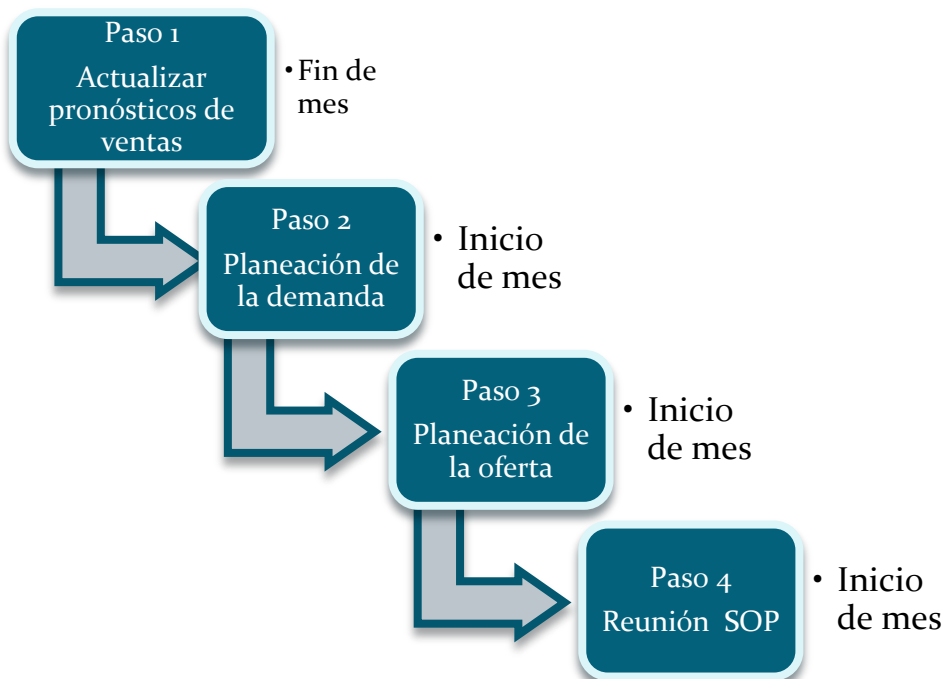
### **V.III.II. PROCESO SOP**

**Sales and Operation Planning**, forma parte del proceso de Cadena de Suministro desde un esquema estratégico hasta un esquema operativo. Ya que su objetivo es establecer los acuerdos para maximizar los beneficios de un equilibrio entre la demanda y la oferta productiva. Potencializar la capacidad de venta en función de la capacidad de planta y por tanto es estratégica en términos de ser el semillero mas importante de proyectos para incrementos de capacidad, cambio de tecnología y/o sistemas.

El papel de Planeación de la Producción en este sentido ha sido equilibrar la demanda y la oferta en el nivel de volumen. El nivel se refiere a tasas: tasas totales de venta, de producción, inventarios agregados. La parte crítica de este proceso es comunicar al departamento de demanda que cuando existan pedidos por arriba de un pronóstico de venta o se desean más de algunos productos, ¿De qué se desea menos? Esto es necesario, ya que se trata de capacidades finitas. Se tratará en el subcapítulo del desarrollo del MPS el tema de capacidades, sin embargo se puede decir con antelación que prácticamente todas las líneas de acondicionamiento se encuentran al 100% de su capacidad.

Se ha alineado el siguiente proceso de SOP:

**Gráfico 9 PASOS DEL PROCESO SOP**



**Paso 1. Actualizar el pronóstico de ventas.**- Este proceso ocurre justo una semana antes del fin de mes, en el cual, todas las líneas comerciales actualizan sus pronósticos de venta por sku. El horizonte de este plan de pronóstico es de 12 meses. Si es necesaria la actualización al pronóstico de venta de un sku, se permite la modificación a partir del mes  $n+2$ . Esto es, si nos encontramos en el mes de julio, la modificación al pronóstico se permite a partir del mes de septiembre, con esto se considera tener 1 mes en firme que sería agosto, para la producción. De tal suerte que se minimice el número de reprogramaciones de materiales, acumulación o faltante de insumos y optimización del programa de producción.

**Paso 2. Planeación de la demanda.**- Dentro del área de Planeación existe una posición clave llamada Coordinación de Abasto, la cual tiene como objetivo en esta parte del proceso, la priorización del programa de producción en función de los sku's críticos. Los sku's críticos son medicamentos que se encuentran en faltante por carecer de inventario suficiente para satisfacer un pedido de venta o en su defecto el inventario disponible no es suficiente para cubrir al menos un mes del pronóstico de venta, de tal suerte que la probabilidad de caer en faltante es alta, tema que se tratará en el siguiente subcapítulo.

**Paso 3. Planeación de la oferta.**- En este paso se ejecuta el Plan Maestro de Producción (MPS), en el que se considera capacidad de planta, puntos de reorden y cantidades a fabricar.

**Paso 4. Reunión SOP.**- Esta reunión se celebra como se menciona en el gráfico 9, una vez por mes, participan los Gerentes de venta de cada línea comercial y en el caso de que la línea comercial cuente con un área de marketing, participan en las reuniones. Su objetivo es por un lado revisar el indicador Forecast Accuracy por sku, identificando los medicamentos que han

tenido desviaciones y se encuentran entre el 0 y 50% de facturación vs su pronóstico de venta, para alentar a los compañeros de venta al desplazamiento de estos productos y de ser necesario un ajuste de pronóstico a la baja. También se revisa el rango de productos que se encuentran entre el 50 y 80% de tal suerte que se realicen los ajustes correspondientes. En ambos casos, el área de planeación tiene que generar reprogramaciones de los insumos en tránsito, recordemos que tenemos un proceso de planeación para inventarios y es probable que muchos de estos productos que no cumplieron su meta, estaban contemplados en el programa de producción del mes corriente o del siguiente, en consecuencia habría tránsitos de insumos que se tendrán que retrasar en su arribo, con el objetivo de no saturar el almacén de insumos. El rango de productos con Forecast Accuracy entre el 80% y 120% es la meta que se desea alcanzar, es decir, productos que facturan 20% por abajo o por arriba de lo pronosticado, con este rango no hay afectaciones en los planes de producción y sobre todo afectaciones en el presupuesto financiero.

Por otro lado se revisan los rangos de Accuracy entre el 120% y 200%, es decir, sobrefacturaciones por arriba del 20% hasta el 100% contra su pronóstico de ventas, en algunos casos, si no se cuenta con el inventario suficiente, después de estas facturaciones es probable que el producto caiga en faltante, dependiendo del nivel de cobertura de inventario que se cuente. También se revisa el rango con facturaciones por arriba del 200%, este grupo de productos son los que mas “les gustan” ver a los diferentes Gerentes de venta y por supuesto a la alta Dirección, sin embargo, pone en “aprietos” a toda la Cadena de Suministro, ya que niveles de facturación por arriba del doble de los pronosticado muy probablemente harán caer en faltante productos que no estaban contemplados en el programa de producción vigente, lo que ameritará cambios en el programa, reprogramación en los tránsitos de insumos para adelantarlos y por supuesto cambios en los programas de análisis y liberaciones de materias primas.

La sobrefacturación de un producto es un evento que puede generar mayores ingresos a la compañía y desde luego alegrarnos no solo a la alta Dirección sino a todos los participantes de la organización, sin embargo puede haber un costo con dicho evento que tiene que ser evaluado, por ejemplo; se puede tratar de un producto comprometido en una licitación, esta sobreventa a otro cliente puede generar un faltante de producto y por lo tanto un incumplimiento en el compromiso de entrega, depende de la negociación efectuada que se podrá decir si fue o no benéfica la sobreventa y el pago de multa por incumplimiento. Por otro lado, tratar de abastecer el faltante en el menor tiempo posible, puede implicar gastos adicionales en la compra de insumos, pago de tiempos extra y sobre todo sustitución en el programa de producción por otro producto que podría estar comprometido. Es por ello que en Planeación de la Producción no debemos cuestionar una sobrefacturación sino mas bien, generar los mecanismos en el interior de la cadena para prever y minimizar los impactos con políticas diferenciadas en términos estadísticos de cobertura de inventarios, comunicación muy estrecha con las áreas de ventas, para que a partir de estas reuniones, se pueda informar de manera anticipada ventas de oportunidad y estrategias de las áreas comerciales, de tal suerte que agotados estos recursos, anticipar el impacto en el abasto que sufrirán otros productos por cubrir estas eventualidades.

### ***V.III.III. DESEMPEÑO DEL PROCESO SOP***

Para medir el nivel de desempeño del proceso SOP, se utilizan los siguientes indicadores:

#### **V.III.III.I. Nivel de servicio a ventas (NS)**

El indicador NS es el resultado del ejercicio mensual (periodo) y se mide por sku, por línea comercial y por grupo.

Para medir el NS por sku se compara el pronóstico de venta contra las suma de las piezas facturadas mas las piezas en inventario al final del periodo. Si el pronóstico resulta mayor que esta suma, se presume entonces que no se tuvo inventario suficiente para satisfacer la demanda y el NS queda como sigue:

$$NS = \frac{(Inventario\ final\ del\ periodo + facturación\ del\ periodo)}{Pronóstico\ del\ periodo} * 100\% \quad (29)$$

Si el inventario final más la facturación es mayor que el forecast del periodo, el NS es 100%.

El NS por línea comercial tiene dos dimensiones; la primera, el cálculo consolidado del pronóstico de venta por cada sku, el inventario consolidado final del periodo de la línea y su facturación total. Así que se utiliza la fórmula anterior por línea comercial, salvo la siguiente restricción; segunda dimensión. Se identifican los sku que no lograron un NS del 100%, son contabilizados y se comparan contra los productos que si lograron el 100%. De tal suerte que obtiene un Nivel de Servicio por sku:

$$NS (sku) = \frac{Número\ de\ productos\ que\ no\ lograron\ 100\%}{Número\ de\ productos\ que\ si\ lograron\ 100\%} * 100\% \quad (30)$$

Ahora bien, una vez identificados los productos que no lograron el 100% se suma el total de piezas que hicieron falta por sku y se restan al inventario final del periodo para volver a calcular, el Nivel de Servicio en volumen.

$$NS(vol) = \frac{(Inv.\ final\ del\ periodo + fact.\ del\ periodo - Piezas\ faltantes)}{Forecast\ del\ periodo} * 100\% \quad (31)$$

Al final se cuenta con un indicador en dos dimensiones; el primero nos dice que servicio se dio en cuanto a número de productos entregados en su totalidad vs lo solicitado y el segundo, nos indica de estos productos no entregados en su totalidad que porcentaje si fue entregado en cantidad de piezas.

**Tabla 9 NIVEL DE SERVICIO SEPTIEMBRE 2013**

División Comercial	Nivel de Servicio a Ventas Volumen					Nivel de Servicio a Ventas por sku			
	Pronóstico (pzas)	Inventario Disponible al cierre (pzas)	Cantidad Facturada (pz)	Cantidad NO Entregada (pzas)	% Nivel de Servicio a Ventas (pzas)	Total de Artículos Solicitados	Artículos Entregados en su Totalidad	Productos NO entregados en su totalidad	% Nivel de Servicio a Ventas
Vtas. Gobierno	13,111,336	9,019,301	8,801,443	2,390,068	81.77%	91	83	8	91.21%
SNC	299,590	1,101,309	379,098	0	100.00%	89	89	0	100.00%
GI	555,924	2,213,251	332,818	3,946	99.29%	65	63	2	96.92%
Impulso	316,182	991,023	201,602	8,960	97.17%	54	52	2	96.30%
OTC	158,607	252,164	18,111	0	100.00%	11	11	0	100.00%
Marcas Propias	387,228	1,431,191	308,441	5,206	98.66%	145	142	3	97.93%
Síndr. Metabólico	5,050	50,900	626	0	100.00%	15	15	0	100.00%
Biogentec	3,144	52,217	705	72	97.71%	25	24	1	96.00%
<b>TOTAL</b>	<b>14,837,061</b>	<b>15,111,356</b>	<b>10,042,844</b>	<b>2,408,252</b>	<b>83.77%</b>	<b>495</b>	<b>479</b>	<b>16</b>	<b>96.77%</b>

En esta tabla se puede observar que de 495 sku's solicitados durante el mes de septiembre, se entregaron completamente en función de su pronóstico 479, lo que representa un Nivel de Servicio por sku del 96.77%, ahora bien, estos 16 productos no entregados en su totalidad representan 2,408,252 piezas y esta cantidad representa el 16.23% del total de piezas solicitadas, por lo tanto el Nivel de Servicio en volumen para este mes fue de 83.77%.

Se utiliza un promedio para reportar únicamente un valor del indicador de Nivel de Servicio, en este caso se reporta:

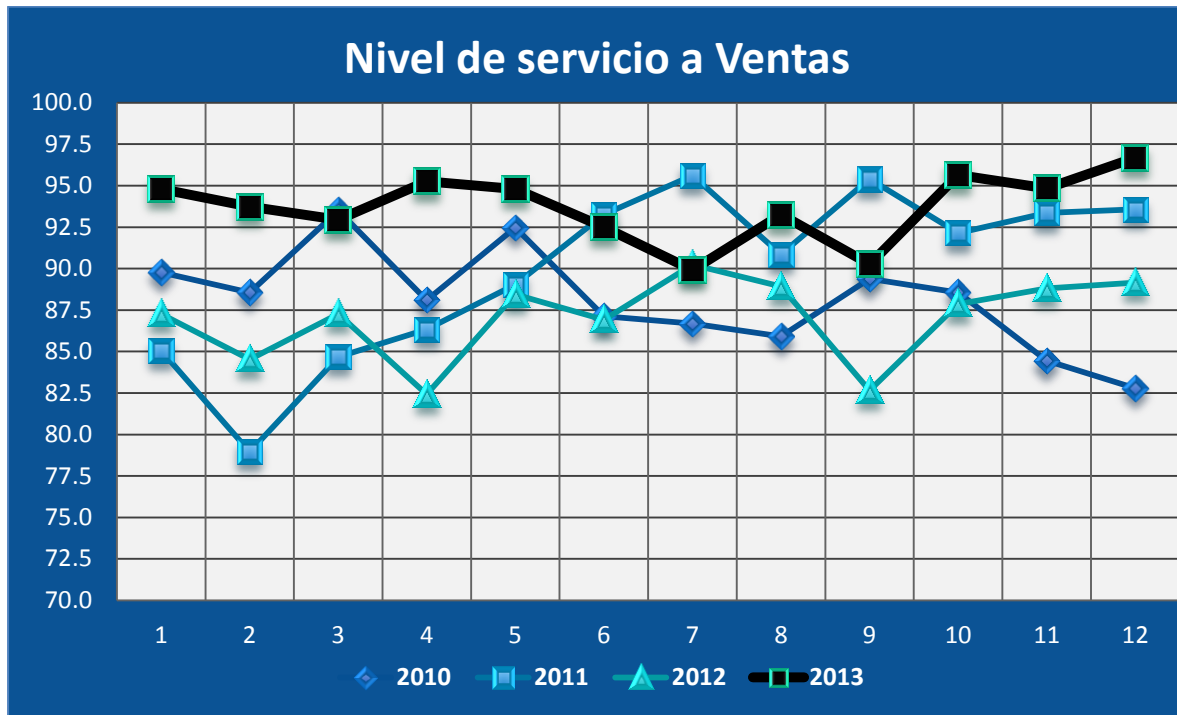
$$\text{Nivel de Servicio} = (\text{NS}(\text{vol}) + \text{NS}(\text{sku}))/2 \quad (32)$$

En este caso;  $\text{NS} = ((83.77\%)+(96.77\%))/2 = 90.27\%$

En la tabla 9 se muestra que 3 líneas de venta cuentan con el 100% de NS en sus dos dimensiones y esto se debe a que cuentan con el mayor número, en términos relativos, de productos A. Por otro lado, para la línea de venta Gobierno, a pesar que únicamente 8 productos se dejaron de entregar en su totalidad, eran de gran volumen, representando 2,390,068 piezas, lo que hace caer el NS hasta 81.77%.

A continuación se muestra la evolución que ha presentado el indicador de Nivel de Servicio en los últimos 4 años. El proceso SOP inició al finalizar el primer semestre del 2012. Se observa que el incremento del nivel de servicio del 2011 respecto 2010 fue de 1.8 puntos, del 2012 al 2011 se presenta una disminución de 2.9 puntos. Sin embargo del año 2013 al 2012 se presenta un incremento de 6.7 puntos, correlacionado con el inicio del proceso SOP.

Gráfico 10 NIVEL DE SERVICIO A VENTAS



**V.III.III.II. Forecast Accuracy**

Un elemento clave que obliga mantener ciertos stocks de seguridad es el indicador llamado **Forecast Accuracy**, usualmente utilizado este término para referirse a la “aproximación” que tiene la venta real respecto al pronóstico de venta. Este indicador tiene el objetivo de medir que porcentaje se desvía la venta real por encima o por debajo de lo pronosticado. Es una medición del error del pronóstico, evalúa el desempeño de SOP, pero sobre todo, permite tomar decisiones en cuanto a la elaboración del MPS, ya que brinda información para generar ajustes en la política de inventarios y en las cantidades a fabricar. Se calcula de la siguiente manera:

$$\%FA = \frac{\text{piezas vendidas al mes}}{\text{piezas pronosticadas durante el mes}} \times 100\% \tag{33}$$

Únicamente es válido si al final del mes se contó con el inventario suficiente para satisfacer el pronóstico de venta. Esta aclaración es necesaria ya que de no haberse contado con el inventario suficiente para cubrir el pronóstico el porcentaje sería cero, pero no sería atribuible al área de ventas.

Tabla 10 FORECAST ACCURACY

PORCENTAJE DE PRODUCTOS EN FUNCION A FORECAST ACCURACY										
CIERRE AGOSTO 2013										
Línea de Comercial	FORECAST ACCURACY POR INTERVALOS									
	Entre 0 y 50		Entre 50 y 80		Entre 80 y 120		Entre 120 y 200		mayor al 200	
	%	sku	%	sku	%	sku	%	sku	%	sku
SNC	13.92	11	29.11	23	40.51	32	8.86	7	7.59	6
MP	33.64	37	19.09	21	20.00	22	15.45	17	11.82	13
GI/IMPULSO	56.19	59	14.29	15	13.33	14	8.57	9	7.62	8
SM	50.00	4	0.00	0	0.00	0	12.50	1	37.50	3
OTC	75.00	6	25.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0
GOBIERNO	31.08	23	18.92	14	16.22	12	17.57	13	16.22	12
BIOGENTEC	33.33	7	9.52	2	14.29	3	23.81	5	19.05	4
PROMEDIO PONDERADO	<b>36.3%</b>	<b>147</b>	<b>19.0%</b>	<b>77</b>	<b>20.5%</b>	<b>83</b>	<b>12.8%</b>	<b>52</b>	<b>11.4%</b>	<b>46</b>
	<b>PIEZAS NO FACTURADAS</b> 2,187,489	<b>PIEZAS NO FACTURADAS</b> 873,448	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 1,467,536			<b>PIEZAS SOBRE FACTURADAS</b> 1,271,851	<b>PIEZAS SOBRE FACTURADAS</b> 1,868,407			
	<b>PRESUPUESTO</b> 2,832,909	<b>PRESUPUESTO</b> 3,025,618	<b>PRESUPUESTO</b> 1,411,754			<b>PRESUPUESTO</b> 2,357,285	<b>PRESUPUESTO</b> 1,433,421			
	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 645,420	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 2,152,170	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 1,411,754			<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 3,629,136	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 3,301,828			
	<b>77.22%</b>	<b>28.87%</b>	<b>103.95%</b>			<b>64.95%</b>	<b>43.41%</b>			
	<b>PIEZAS NO FACTURADAS</b> 3,060,937						<b>PIEZAS SOBRE FACTURADAS</b> 3,140,258			
	<b>PRESUPUESTO</b> 5,858,527						<b>PRESUPUESTO</b> 3,790,706			
	<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 2,797,590						<b>PIEZAS FACTURADAS</b> 6,930,964			

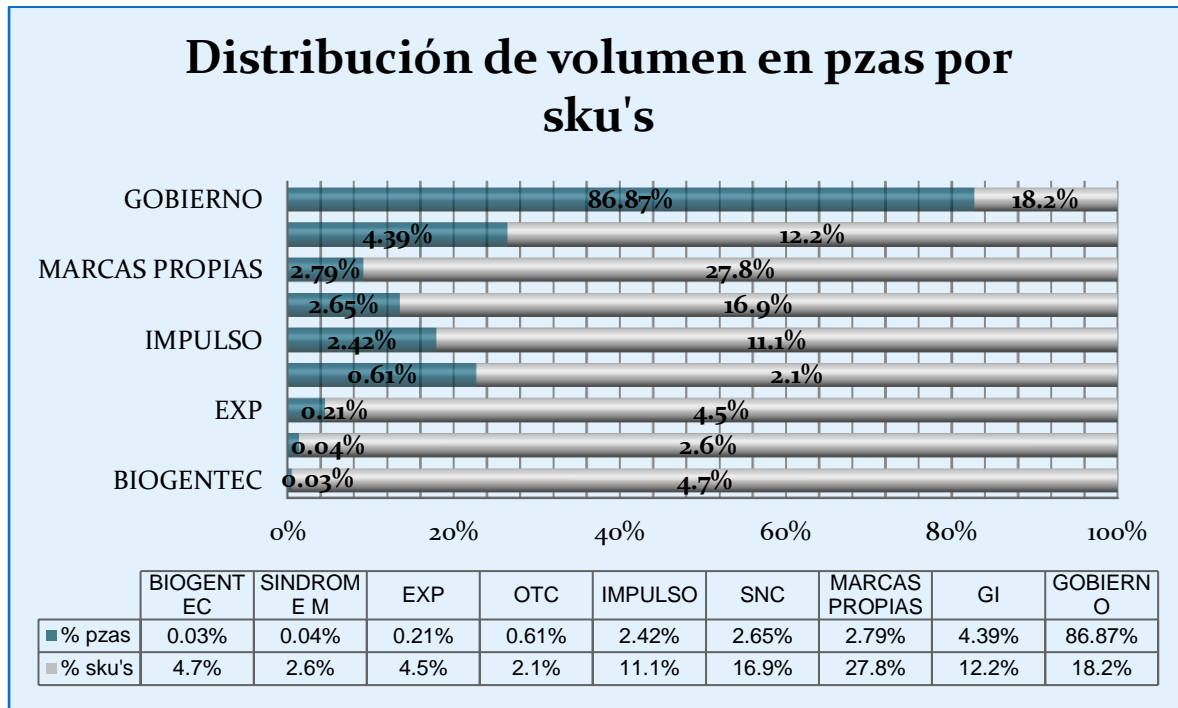
En esta tabla se presenta el Forecast Accuracy por intervalos, en él se observa que únicamente el 20.5% de los sku's cumplen en un rango razonable de Accuracy, es decir, facturaron 20% abajo ó hasta 20% arriba de su pronóstico de venta. Mientras tanto los extremos; 36.3% de los productos no llegaron a facturar el 50% de su pronóstico y 11.4% rebasaron el 200% de lo pronosticado.

He aquí la importancia de continuar con el proceso SOP en el contexto del mejoramiento de los pronósticos de venta, pero sobre todo en la flexibilidad de la cadena de suministro.

Ahora bien, la compañía oferta el gran volumen de sus sku's al mercado de oportunidad, se puede observar de manera numérica en el siguiente cuadro:



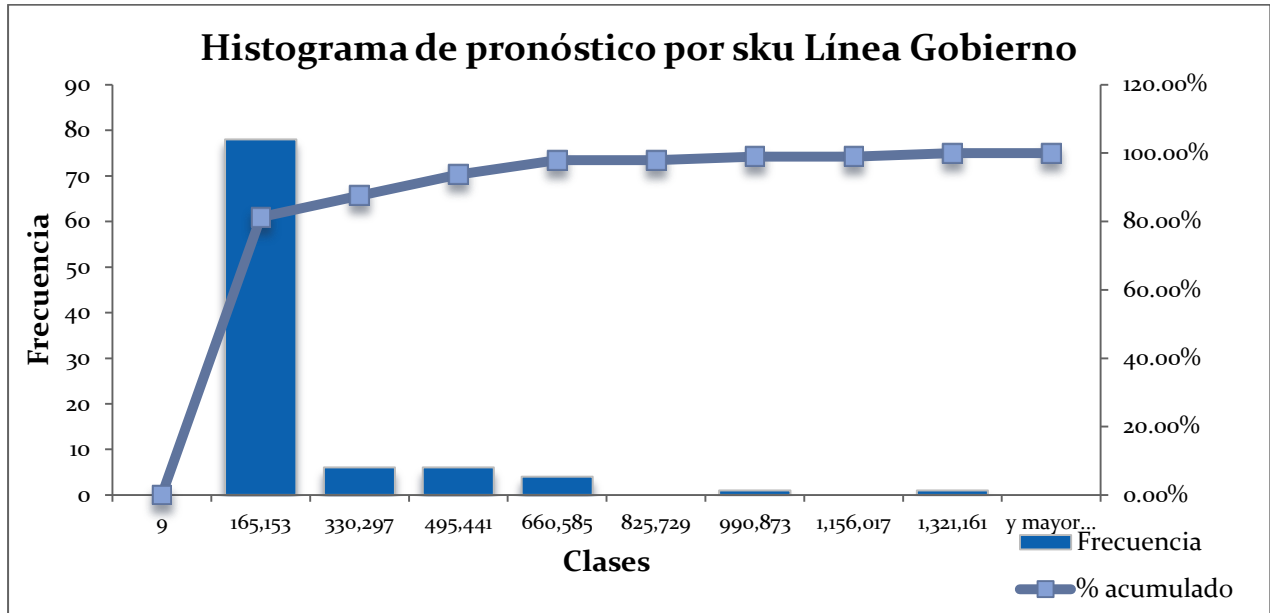
**Gráfico 11 DISTRIBUCIÓN DE PZAS VS SKU'S POR LÍNEA DE VENTA**



La Línea de venta **Gobierno**, representa, con el volumen de piezas facturadas, la de mayor contribución en número de piezas, alrededor del 86.87% del volumen total del grupo, es decir, 9.5 millones de piezas mensuales distribuidas en 93 sku's. Prácticamente el 60% de este volumen facturado es ganado en licitaciones anuales o semestrales, por lo tanto 5.7 millones de piezas mensuales tienen cierta certidumbre de venta en función del pronóstico de ventas, el resto es venta de oportunidad. Es decir, se genera una oportunidad de venta si algún otro laboratorio con una licitación ganada no entrega de manera oportuna los medicamentos asignados.

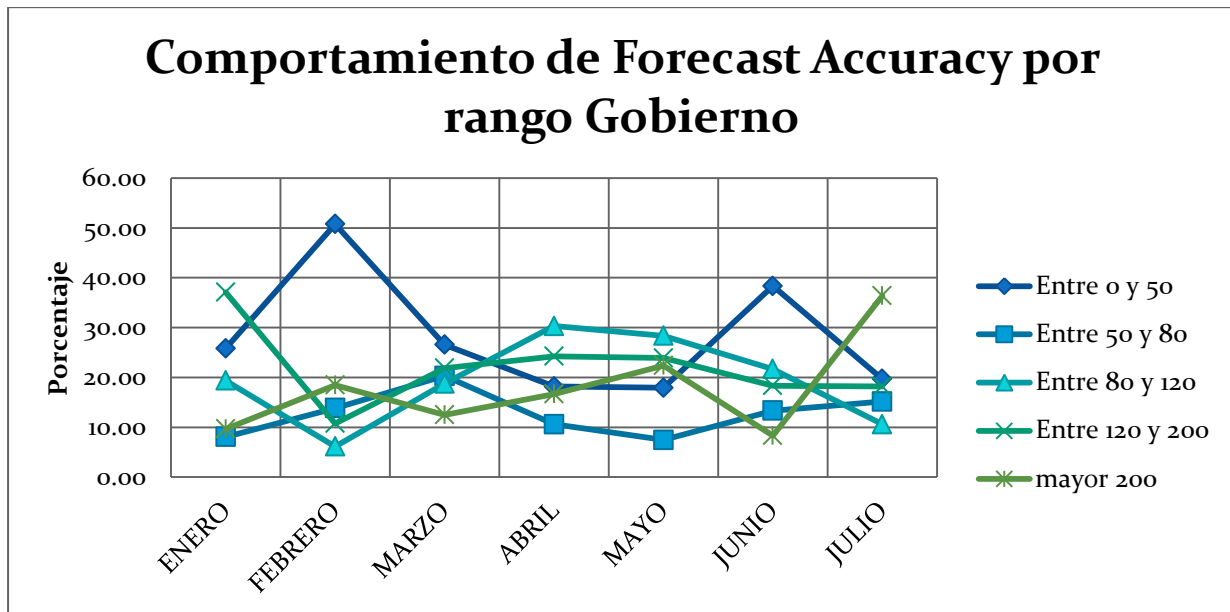
La distribución del volumen de piezas facturadas por sku no tiene una distribución uniforme, es decir, se tienen pronósticos de venta de medicamentos que alcanzan hasta 1.5 millones de piezas por mes y medicamentos que no llegan a las 8 piezas al mes. A continuación la distribución por sku en la Línea de venta Gobierno.

**Gráfico 12 Histograma de frecuencias de pronósticos de venta por sku LÍNEA GOBIERNO**



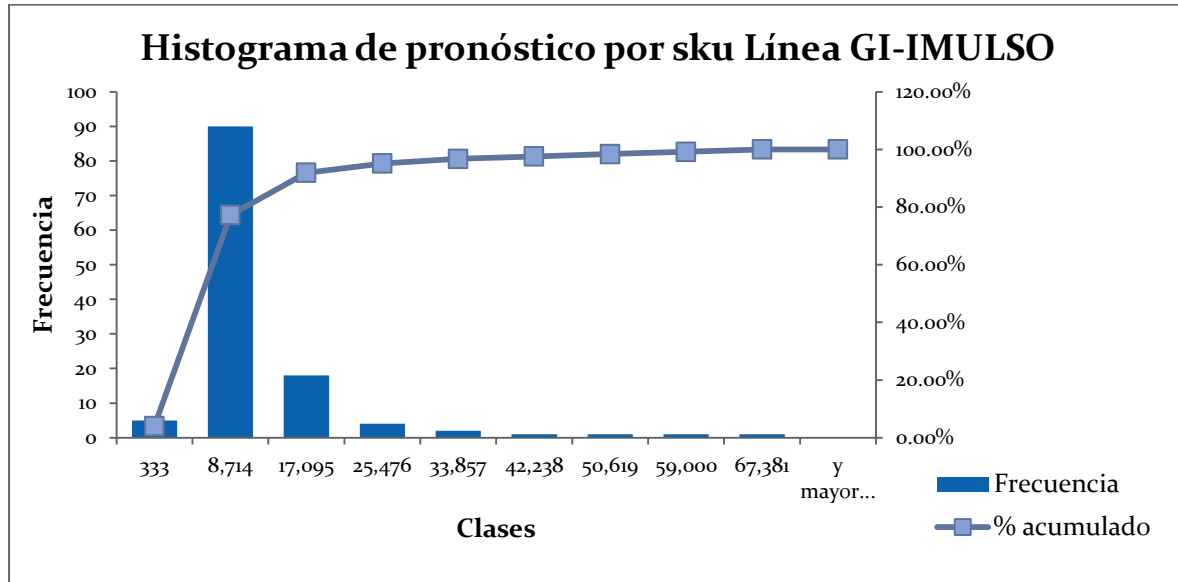
El histograma muestra que la distribución es aproximadamente exponencial, con un promedio de pronóstico igual a 112,641 piezas por sku por mes y una desviación estándar igual a 213,091 pzas, lo que sugiere contar con una política diferenciada de inventarios y cantidades a fabricar. Lo que se pretende mostrar es que la variabilidad del volumen pronosticado por sku es muy grande. Justamente esta característica del negocio ha obligado a contar con equipos de fabricación de diferentes capacidades y velocidades.

**Gráfico 13 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY EN SECTOR SALUD**



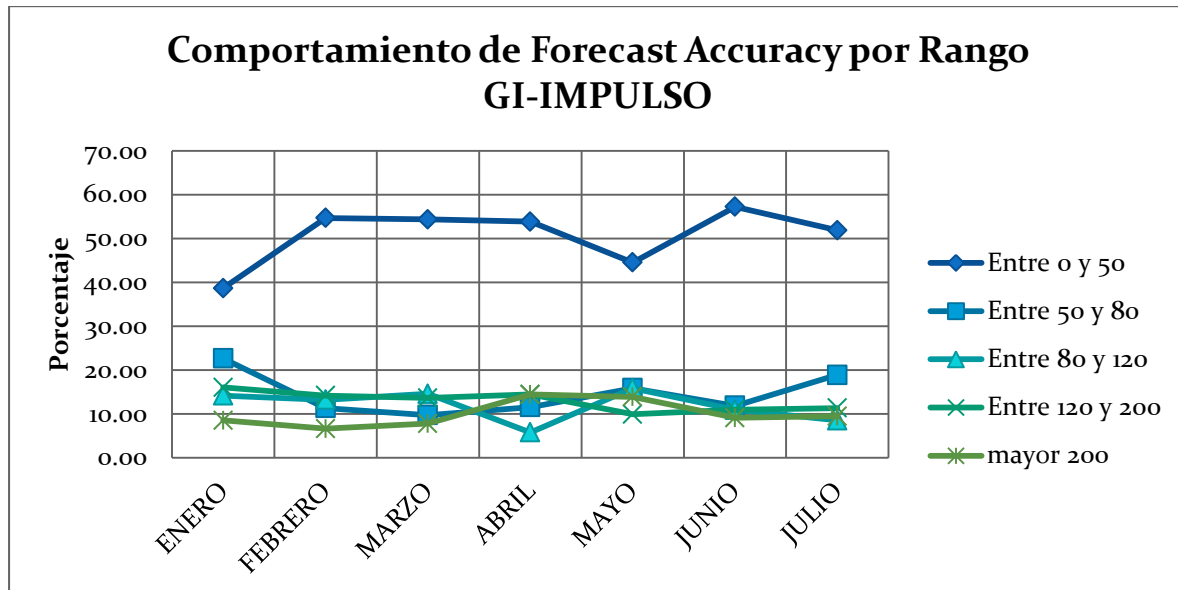
En este mismo orden de ideas, se muestra el histograma de frecuencias de pronóstico para cada Línea de Venta con su respectivo comportamiento del Forecast Accuracy y una explicación de su comportamiento:

**Gráfico 14 Histograma de frecuencias de pronósticos de venta por sku LÍNEA GI-IMPULSO**



El promedio de pronóstico mensual por sku de la Línea de venta **GI-IMPULSO** es de 6,906 piezas con una desviación estándar de 10,320 pzas en 124 productos que comercializa.

**Gráfico 15 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO GI-IMPULSO**

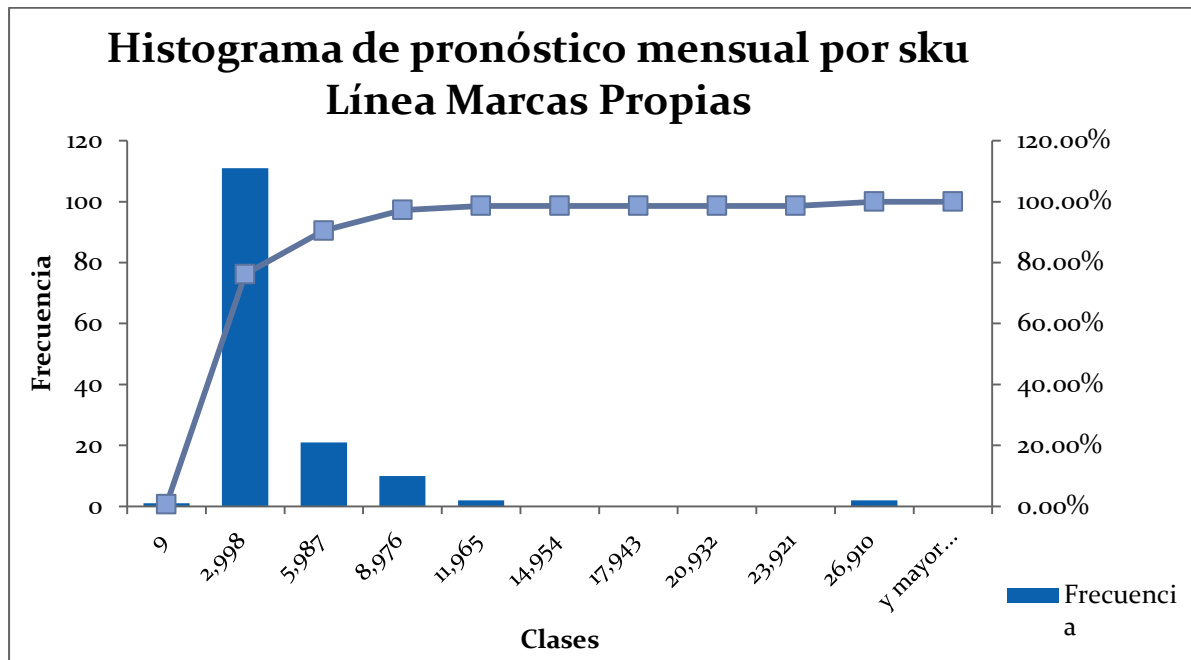


Esta línea de venta obedece también a un mercado de oportunidad, toda vez que los productos, como su nombre lo indica son Genéricos y Genéricos de marca (Impulso), principalmente los clientes son Farmacias de Genéricos, algunas entidades del Sector Salud y en algunos casos Distribuidores. Así, la comercialización de estos 124 sku's que conforman la cartera de esta

línea de venta se genera si se alinean en un momento determinado; precio, inventario disponible y demanda. Cada vez son más los laboratorios que en México ofrecen productos Genéricos, la competencia va en aumento, incluyendo Laboratorios Multinacionales y Laboratorios Extranjeros que sin tener planta en México ya cuentan con Registros Sanitarios y con la nueva legislación se les permite comercializar sus productos en México. Por lo tanto es indispensable otro tipo de política para determinar sus stocks de seguridad y sus planes de fabricación, teniendo cuidado en no sobreinventariar la Línea, pero contar siempre con producto para surtir pedidos fuera de todo pronóstico de venta.

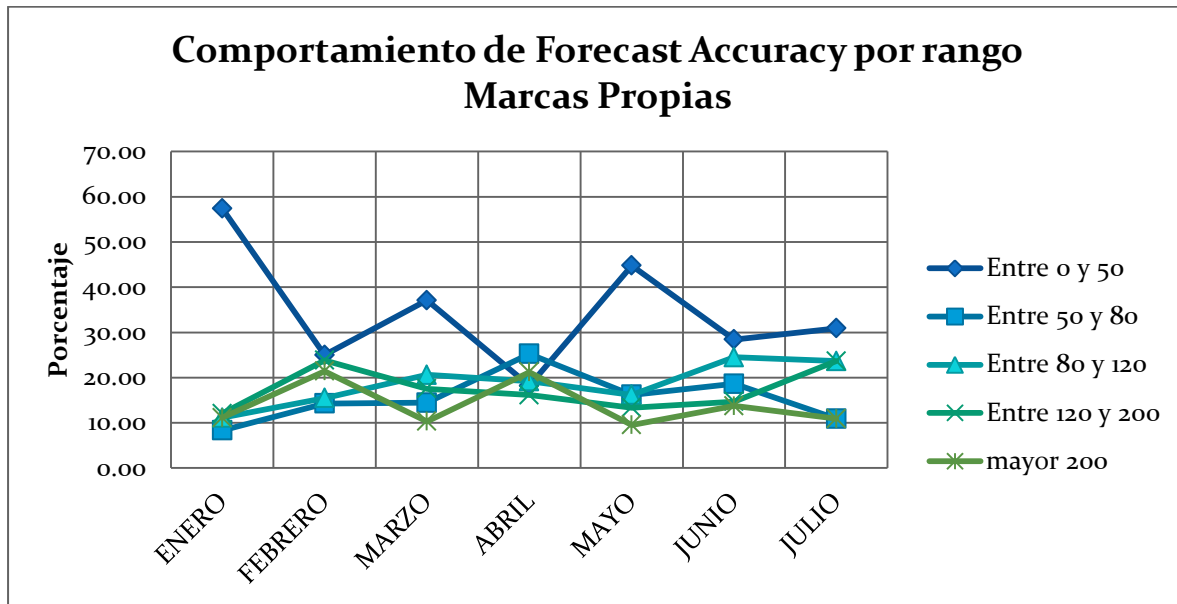
La Línea de venta **Marcas Propias** obedece a un mercado más estable y está relacionado con todos aquellos medicamentos que comercializan farmacias con su imagen y marca. Estas farmacias son: Wal-Mart, Farmacias del Ahorro, Farmacias Guadalajara, Farmacias Benavides, Comercial Mexicana, etc. Por lo tanto esa Línea de Venta es la que cuenta con el mayor número de sku's, alrededor de 148, y cada vez creciendo más. Como se puede observar en la gráfica siguiente; el promedio de pronóstico mensual por sku es de 2,375 pzas con una desviación estándar de 3,497, lo que obliga a tener ciertas estrategias de abasto ya que las piezas que demandan por sku son reducidas respecto a los tamaños de lotes productivos que contamos en la planta. Una de estas estrategias es el fraccionado de un lote productivo en varias presentaciones para esta línea de venta y otras. Ya que si se entregarán lotes completos podríamos llegar a cubrir un inventario de mas de 2 años, sumándose el asunto de la caducidad que tienen los medicamentos.

**Gráfico 16 Histograma de frecuencias de pronósticos de venta por sku LÍNEA Marcas Propias**



La gran mayoría de los productos que comercializa este grupo, tiene una caducidad de 2 años, por lo tanto hay que diferenciar políticas de cantidades óptimas de producción por entregar para cada Línea de venta; como lo es el acondicionamiento en campaña en función del fraccionado de un lote a granel. Esto brinda la posibilidad de acondicionar en varias presentaciones un lote y otorgar un adecuado nivel de inventario.

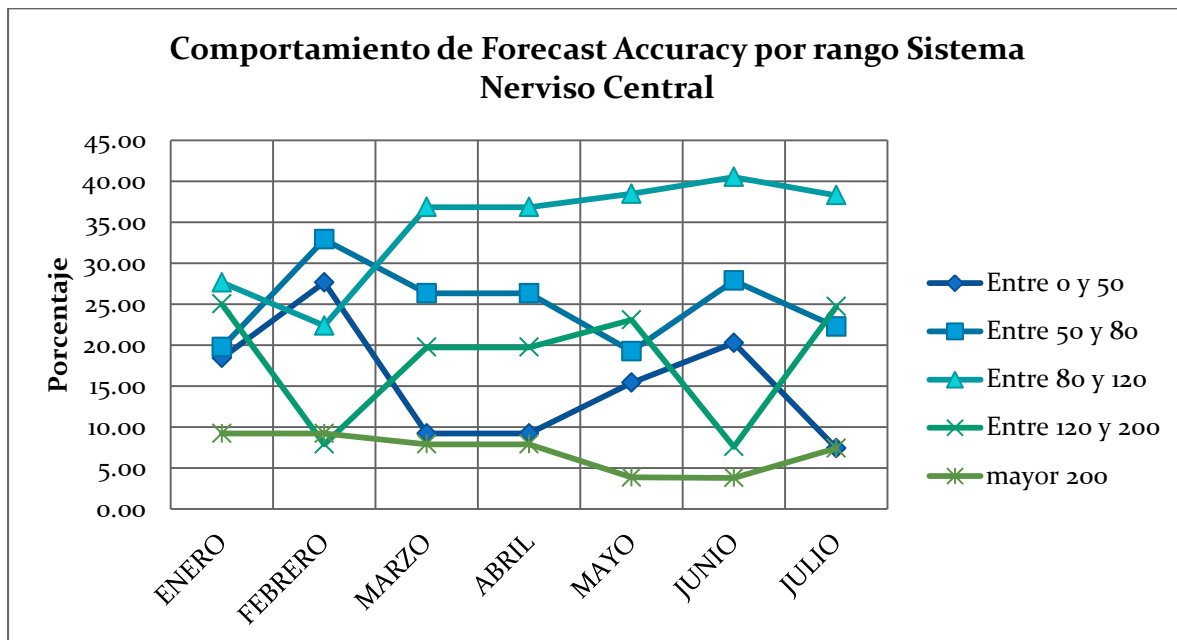
**Gráfico 17 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO MARCAS PROPIAS**



En el gráfico 16 se muestra un ligero mejoramiento del comportamiento del Accuracy, en el rango 80 a 120% que es el ideal, comenzó el año en 10 puntos, a julio del mismo año se encuentra aproximadamente en 25 puntos. Estas tendencias ayudan a mantener un adecuado Nivel de Servicio arriba del 98%.

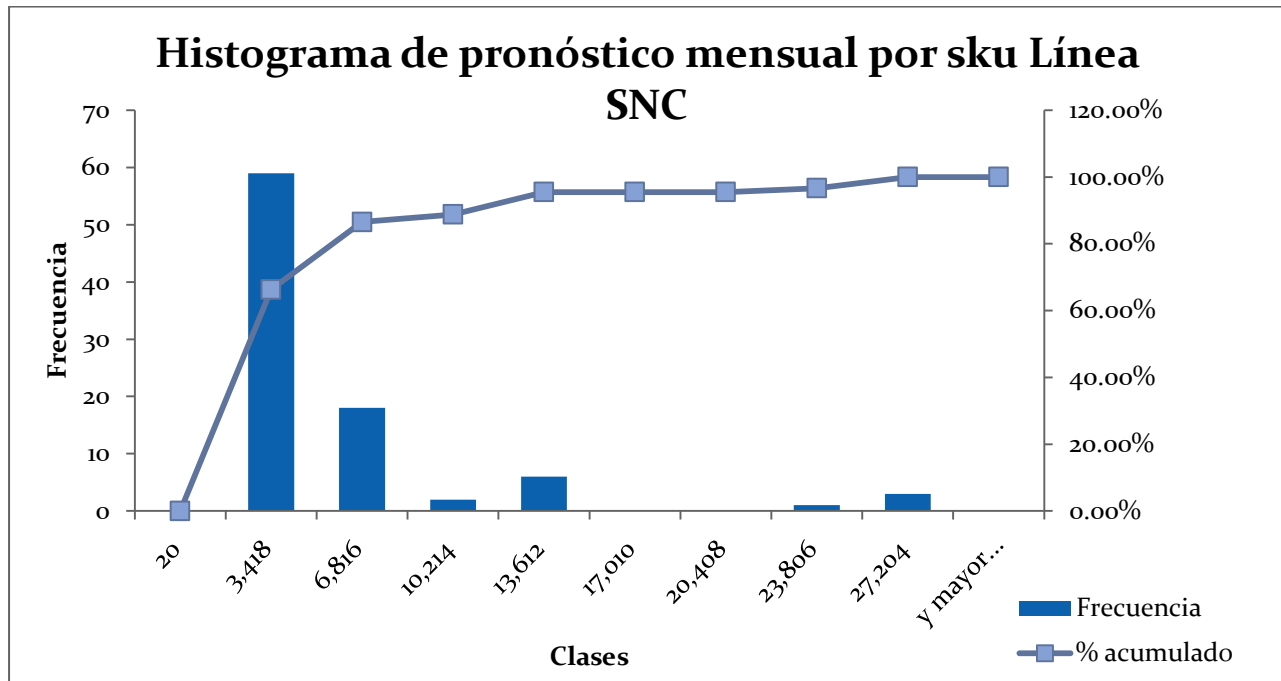
La Línea de venta **Sistema Nervioso Central (SNC)** es sin duda la que otorga mayores beneficios a la compañía. El precio promedio por unidad es el más alto entre todas las Líneas de Venta. Con el 16.9% de sku's representa alrededor del 40% en valores para el grupo.

**Gráfico 18 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO SNC**



Esta línea de productos, son medicamentos prescritos para tratamientos relacionados con enfermedades del sistema nervioso central, y Psicofarma que es dueña de los Registros Sanitarios, es el Laboratorio que más recetas recibe de este rubro. Como se trata de venta privada y representa la marca de la compañía, es la que tiene un pronóstico de venta mas asertivo o para decirlo de otra forma con un mejor Forecast Accuracy. A continuación la distribución del pronóstico de venta por unidad.

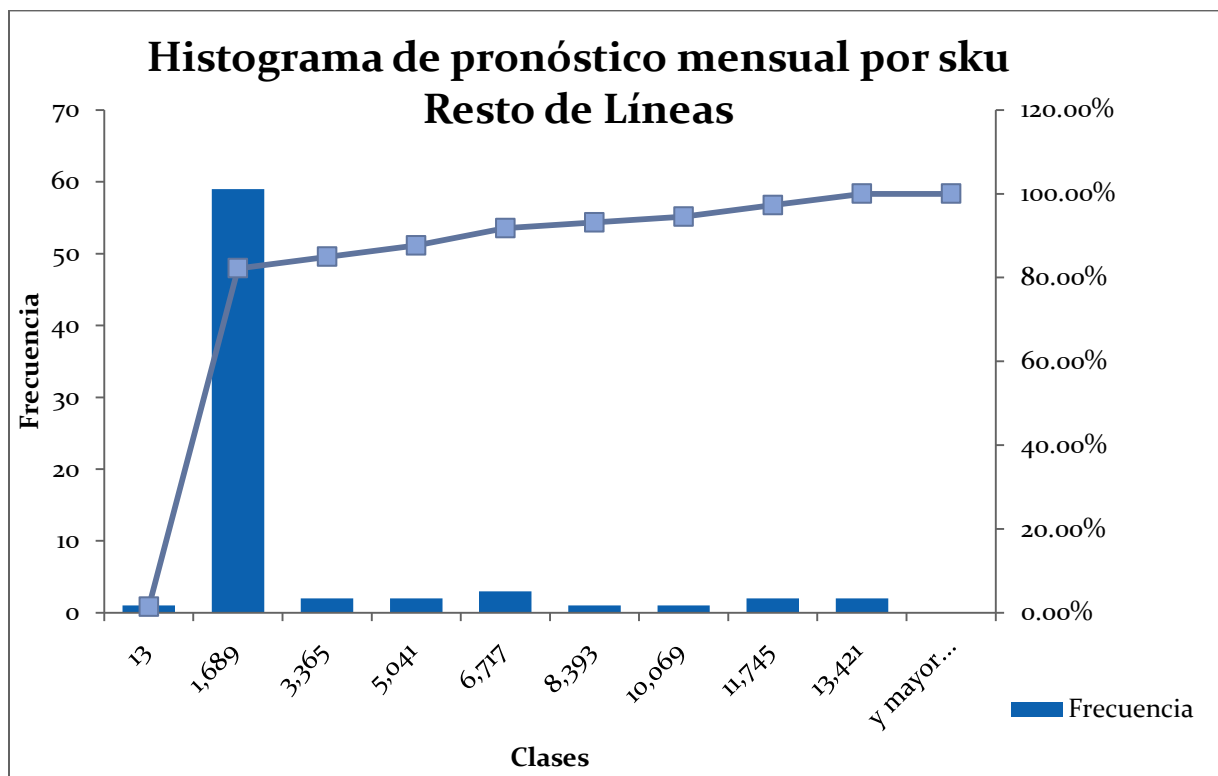
**Gráfico 19 Histograma de frecuencias de pronósticos de venta por sku LÍNEA SNC**



El promedio del pronóstico mensual por sku es de 3,701 piezas con una desviación estándar igual a 5,390 pzas. Esta línea de productos, tiene en su mayoría productos tipo A, por lo tanto, será en esta gama de medicamentos donde utilizaremos análisis estadísticos para determinar el punto de reorden y stocks de seguridad, de tal manera que la probabilidad de faltante sea casi cero.

El resto de las Líneas de venta son: **OTC** con muy pocos productos en el mercado; 11 sku's que hacen un volumen mensual en el mercado de 76 mil piezas. **Biogentec** que es una Línea de alta especialidad y por consecuencia volúmenes muy reducidos. **Síndrome Metabólico** que es una Línea de lanzamiento con 14 productos y un volumen inicial de 4,600 piezas mensuales. **Exportación**, que es una Línea incipiente con 24 sku's y comercializando productos actualmente en Ecuador y Panamá. Tienen la siguiente distribución:

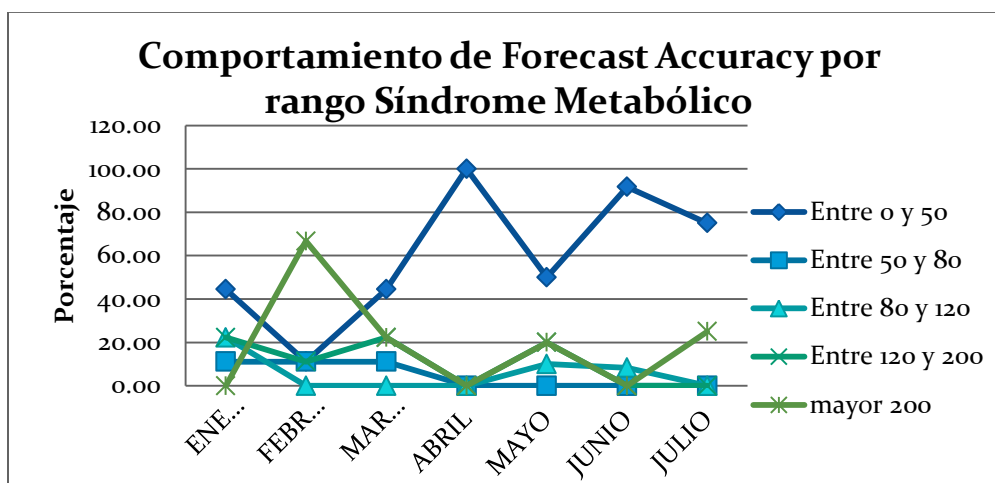
**Gráfico 20 Histograma de frecuencias de pronósticos de venta por sku RESTO DE LÍNEAS**



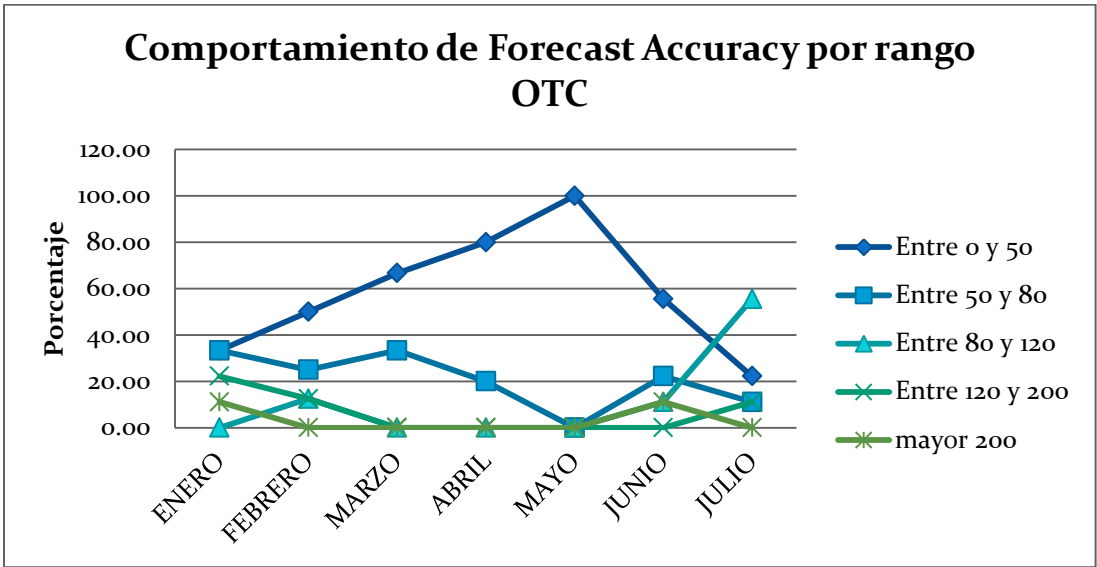
Se observa que estas Líneas de venta agrupan el conjunto de productos con mas baja demanda, en total 74 sku's con un promedio de pronóstico mensual igual a 1,500 piezas y desviación estándar de 3,172 pzas.

El Forecast Accuracy es muy bajo como se muestra en los siguientes gráficos:

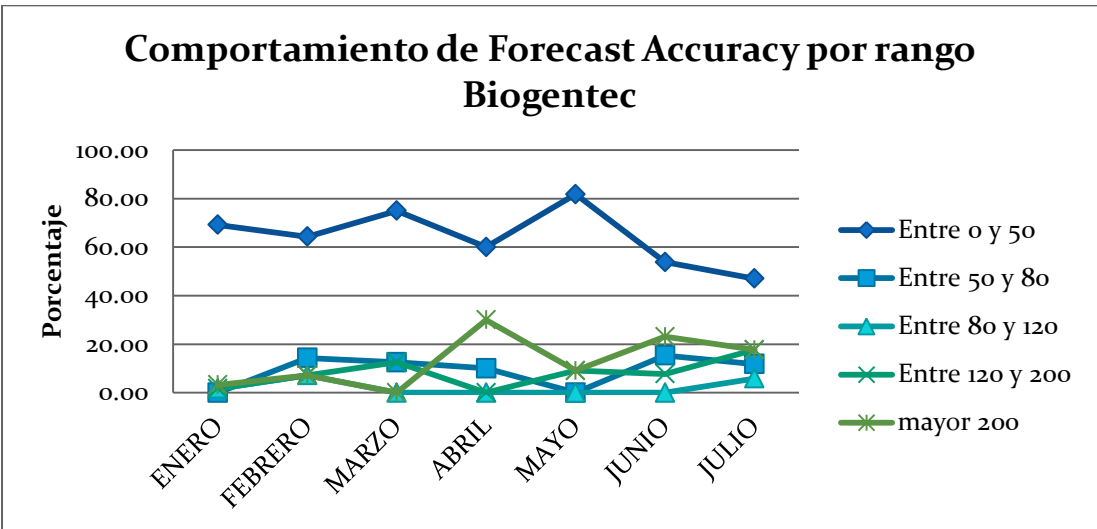
**Gráfico 21 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO SM**



**Gráfico 22 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO OTC**



**Gráfico 23 COMPORTAMIENTO DE FORECAST ACCURACY POR RANGO BIOGENTEC**



Si se observa el comportamiento de todos y cada uno de los sku's que comercializa el Grupo, un total de 533 productos (sin incluir muestras médicas), con un promedio de pronóstico mensual de 23,599 piezas por sku, desviación estándar de 100,328 piezas, un mínimo de 9 piezas, un máximo con 1,321,159 piezas por sku en pronóstico promedio mensual, se demuestra la variabilidad del negocio en términos de mercados, pero sobre todo en la capacidad y flexibilidad que debe tener la planta productiva para fabricar lotes de cientos de piezas y lotes de centenas de millares de piezas.



**Tabla 11. Resumen de pronósticos por línea de venta**

	<b>Número de sku's</b>	<b>Pronóstico de venta mensual</b>	<b>Promedio de pronóstico mensual por sku</b>	<b>Desviación estándar del pronóstico mensual por sku</b>	<b>Número de desviaciones estándar contra promedio</b>
<b>GOBIERNO</b>	97	10,926,175	112,641	213,091	1.9
<b>GI-IMPULSO</b>	124	856,380	6,906	10,320	1.5
<b>MARCAS PROPIAS</b>	148	351,504	2,375	3,497	1.5
<b>SNC</b>	90	333,098	3,701	5,390	1.5
<b>OTRAS LÍNEAS</b>	74	110,974	1,500	3,172	2.1
<b>Total</b>	<b>533</b>	<b>12,578,131</b>	<b>23,599</b>	<b>100,328</b>	<b>4.3</b>

#### ***V.IV. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)***

El MPS es sin lugar a dudas el proceso mas relevante en la ejecución de un procesos sistemático de Planeación y Control de la Producción. Es aquí donde se definen las variables que darán viabilidad y éxito a un proceso de abasto de producto terminado en el mercado.

Como se comentó en la Tabla 2, el proceso de Planeación comienza con la recepción y validación de un pronóstico de ventas, es a partir de este elemento y del comportamiento del Forecast Accuracy que se puede dar inicio con el proceso de Planeación Maestra.

Se ha desarrollado una plantilla en una hoja de cálculo de la siguiente manera:

Tabla 12. MPS

CÓDIGO GRANEL	GRANEL	TAMAÑO DE LOTE DE GRANEL	TAMAÑO DE LOTE PT	LÍNEA	CÓDIGO DE PT	DESCRIPCIÓN	FA PROMEDIO	INV Q	INV PROCESO	Inv. Final sep-13	Cob. Fin sep-13	Inv. Inicial oct-13	Forecast oct-13	Producción oct-13	Producción lotes oct-13	Producción lotes graneles oct-13
205000030	GRANEL ACARBOSA 50 mg TAB	1,000,000	33,333	451	222000000	ACARBOSA 50 mg 30 TAB (GI)	116	0		52,611	1.05	52,611	50,000	133,332	4.0	10.0
205000030	GRANEL ACARBOSA 50 mg TAB	1,000,000	33,333	451	222500000	ACARBOSA 50 mg 30 TAB (SS)	66	67,033		271,667	1.49	271,667	178,232	199,998	6.0	10.0
205000030	GRANEL ACARBOSA 50 mg TAB	1,000,000	33,333	451	223500000	ACARBOSA 50 mg 30 TAB (WM)	110	0		10,774	3.50	10,774	2,600		0.0	10.0
205000030	GRANEL ACARBOSA 50 mg TAB	1,000,000	33,333	451	223700000	ACARBOSA 50 mg 30 TAB (NA)	56	0		8,452	3.77	8,452	2,100		0.0	10.0

LÍNEA	CAPACIDAD			
460	542,928	1,565,495	1,992,473	2,000,000
451	2,400,153	2,128,511	4,148,830	4,500,000
203	1,322,003	494,073	719,209	750,000
244	1,507,392	799,441	1,033,781	900,000
430	5,181,947	2,476,686	2,139,280	2,200,000
441	3,609,972	2,710,800	3,002,349	2,900,000
CVC	211,540	320,856	569,750	600,000
DIVAGO	36,686	14,060	15,000	100,000
STRIP	188,577	136,530	108,330	200,000
STRIP EFERV	413,759	612,930	740,000	700,000
TUBO	214,853	124,804	228,000	240,000
CMA A	1,494,728	726,917	732,000	1,500,000
CMA B	1,068,577	223,425	523,350	500,000
INY	303,660	206,071	255,398	300,000
LIQ	2,142,151	1,771,046	2,039,403	2,500,000
BANDA	0	36,990	184,100	50,000
<b>TOTAL SOL</b>	<b>15,629,810</b>	<b>11,421,176</b>	<b>14,881,100</b>	15,140,000
TOTAL OFF	5,009,116	2,927,459	3,550,151	4,800,000
TOTAL	20,638,926	14,348,635	18,431,251	19,940,000

En la Tabla 12 se muestra el Plan de producción para el mes de septiembre, a continuación una explicación de cada campo:

1. **Código granel:** ID único de acuerdo a codificación de ITEM MASTER
2. **Granel:** Descripción del código granel.
3. **Tamaño de lote de granel:** Cantidad a fabricar por lote en la unidad de medida del granel, las unidades de medidas son: tabletas para sólidos, kilogramos para cremas, ungüentos y pastas, litros para suspensiones y soluciones. De acuerdo a la Norma vigente (NOM-059) que rige a la industria farmacéutica, se debe contar con tamaños de lote específicos, los cuales deben estar validados. La validación de un proceso infiere que el proceso productivo está bajo control, es trazable, repetible y cumple con las Buenas Prácticas de Fabricación. Se definen tamaños únicos de lote con las siguientes consideraciones:
  - a. Maximizar la utilización del equipo de fabricación (capacidad en kg)
  - b. La maximización del equipo a utilizar tiene la restricción de la demanda.El tamaño de lote del medicamento lo determina el equipo en el que se fabrica y esta parte del proceso se conoce como mezclado por vía seca y granulado para vía húmeda. Se le conoce como granel al estado del lote que se encuentra como forma de tableta o encapsulado (para los sólidos), en un tanque los litros de suspensión o solución (para líquidos) o en un tanque marmita en kilogramos (para las cremas). Es precisamente en esta etapa donde es fraccionado para acondicionarse un mismo lote en diferentes presentaciones.
4. **Tamaño de lote PT:** Es la cantidad máxima de lote que se alcanza como producto terminado, si el lote se acondiciona completo en una presentación dada, pues este sería la cantidad obtenida.
5. **Línea:** Es la línea de acondicionamiento final. Se conoce como proceso de acondicionamiento a las operaciones siguientes:
  - a. Blisteadado, estuchado y encartonado: Al proceso mediante el cual se empacan las tabletas y/o cápsulas en una cama de papel aluminio por un lado y algún tipo de pvc por el otro. El mismo equipo de acondicionamiento coloca los blisters resultantes dentro de cajillas y estas en cajas corrugadas.
  - b. Llenado, etiquetado: Al proceso por medio del cual se llenan frascos con granel en tabletas o en litros para soluciones o suspensiones. Posteriormente los frascos son taponeados y etiquetados.
  - c. Llenado y estuchado: Al proceso por medio del cual se llenan tubos de plástico o aluminio con el granel en gramos de cremas o ungüentos.Es justamente esta etapa del proceso, acondicionamiento, que se conoce como cuello de botella y determina la capacidad de la planta, por ello el MPS se hace tomando en cuenta la línea de acondicionamiento.
6. **Código de PT:** ID único de acuerdo a codificación de ITEM MASTER.
7. **Descripción:** Descripción del código de PT.
8. **FA promedio:** Es el Forecast Accuracy que ha registrado el sku a lo largo del año.

9. **Inv Q:** Es el inventario de producto terminado que se encuentra finalizado, pero aun no está disponible para la venta. En la industria farmacéutica todas las materias primas y producto terminado son muestreadas y analizadas en el laboratorio de control fisicoquímico y si es necesario por especificación en el laboratorio microbiológico, de tal suerte que una vez fabricado el producto se tiene que esperar a que se concluya el análisis para ponerlo como disponible.
10. **Inv. Proceso:** Es el inventario de producto que se encuentra en algún estado de proceso desde que la materia prima se ha surtido para su fabricación hasta antes de concluir su acondicionamiento. Es lo que usualmente se conoce como **work in process**.
11. **Inventario final mes n-1:** Es el nivel de inventario con el que se ha iniciado el ejercicio de planeación. La cantidad de inventario es la suma del inventario en cuarentena + el inventario en proceso + el inventario disponible. El valor de esta celda es sumamente importante, ya que será a partir de este dato que se decidirá producir o no en el mes este producto.
12. **Cobertura fin mes n-1:** Es una equivalencia como se puede leer el Inventario final mes n-1. Los niveles de inventario se pueden leer en volumen, es decir, cantidad en piezas como se describe en el punto 11, pero esta cantidad absoluta no nos dice que tanto o que tan poco es respecto con los compromisos de venta, o sea los pronósticos de venta. Para tal efecto se emplea el parámetro de Cobertura fin mes n-1, que traduce el nivel de inventario en piezas en el tiempo que nos duraría el inventario en nuestros almacenes expresado en meses. En el ejemplo de la Tabla 12 la Cobertura fin mes n-1 para el producto 222000000 Acarbosa 50 mg 30 Tab (GI) es de 1.05 meses, es decir, el inventario de 52,611 piezas alcanzaría para cubrir el presupuesto completo del mes n y una fracción de 0.05 del mes siguiente n+1.
13. **Inventario inicial mes n:** Es el nivel de inventario con el que se inicia el mes del ejercicio de planeación y es el mismo nivel con el que se terminó el mes anterior, Inventario final mes n-1.
14. **Forecast mes n:** Es el pronóstico de venta del mes n. Es la cantidad en piezas que debemos tener comprometidas con el área de ventas durante el mes. Usualmente esta cantidad de piezas pronosticadas se facturan en un mayor porcentaje durante la última semana del mes.
15. **Producción mes n:** Es la cantidad de piezas por acondicionar durante el mes. La cantidad de piezas por acondicionar obedece con una política de inventarios y está en función de la cobertura inicial y la cobertura de inventario que se quiere alcanzar. Es importante recordar que la cantidad de piezas por acondicionar además de cumplir con una política de inventarios debe ajustarse a la cantidad de granel fabricado. Como se ha comentado en la industria farmacéutica se cuenta con tamaños de fabricación de graneles únicos, de tal suerte que en la mayoría de las ocasiones un granel hay que repartirse en varias presentaciones. En la Tabla 12 se acondicionarán 133,332 piezas equivalente a 4 lotes en la presentación 222000000 como Genérico y 199,999 piezas equivalentes a 6 lotes en la presentación 222500000 para el Sector Salud.
16. **Producción lotes mes n:** Es la cantidad de lotes por fabricar, para ser acondicionados como lo marca el punto anterior. En la Tabla 12 se observa que para el sku 222000000

se requieren fabricar 4 lotes y para la presentación 222500000 se requieren fabricar 6 lotes.

17. **Producción lotes graneles mes n:** Es la suma de todos los graneles idénticos que se tienen que fabricar para cumplir con el plan de acondicionamiento. Para este ejemplo se requiere fabricar un total de 10 lotes del sku 205000300 Granel Acarbosa 50 mg Tab.
18. **Producción graneles mes n:** Es la cantidad total de granel por fabricar en su unidad mas simple, es decir al fabricar 10 lotes del 205000000 se estarán fabricando un total de 9,999,900 tabletas.
19. **Inventario final mes n:** Se trata de la cantidad de inventario estimada al final del ejercicio, la cual toma en cuenta el inventario inicial, el pronóstico de venta con su factor de ajuste por Forecast Accuracy promedio del año y las piezas entregadas por producción en el mes, esto es;

$$\text{Inventario final mes } n = I \text{ inicial mes } n - \frac{FA * \text{Forecast mes } n}{100} + \text{Prod. del mes } n$$

(34)

20. **Cobertura fin mes n:** Es la cobertura de acuerdo con el inventario final del mes n que se estaría esperando lograr después del ejercicio, y el cálculo se realiza de la misma forma que en el punto 12, a partir de un cierto nivel de inventario en piezas, verifica el pronóstico de venta del mes n+1 y 7 periodos mas para calcular su equivalencia de lo que duraría el inventario en meses. En nuestro caso de ejemplo, se esperaría lograr una cobertura al inicio del mes siguiente, para la presentación 222000000 de 2.51 meses y de la presentación 222500000 de 1.84 meses

En la Tabla 12 se observa que no se planeó producción para otras dos presentaciones en el mes n, para 223500000 Acarbosa 50 mg 30 tab (WM), ni para 223700000 Acarbosa 50 mg 30 tab (NA), esto es consecuencia de la política de inventarios para estas presentaciones, si se observa se verifica que el inventario a inicio del mes tiene una cobertura de 3.50 y 3.77 meses respectivamente, no es necesario producir estas presentaciones.

Adicionalmente la Tabla 12 muestra un cuadro con todas las líneas de acondicionamiento, incluyendo los niveles de inventario correspondientes a las columnas de inventario inicial, Forecast, Producción y Capacidad. La utilidad de esta herramienta es que permite verificar la capacidad mensual máxima de cada equipo de acondicionamiento y sombrea de un color anaranjado la línea que de acuerdo a la producción planeada esta sobrepasando su capacidad. En este ejemplo las líneas de acondicionamiento que están por encima de su capacidad es la línea 244, se trata de una blisteadora y estuchadora Blickpack 244 con una capacidad máxima de 900,000 piezas por mes a tres turnos de lunes a viernes. También la línea 441, se trata de una blisteadora, estuchadora y encartonadora Marchessini 441 con capacidad máxima mensual de 2,900,000 piezas y se están planeando producir 3,002,349. La Strip Efervescentes, es una encolofanadora de tabletas con una capacidad máxima de 700,000 piezas y tiene un plan de producción de 740,000 piezas. La línea de cremas de Bajo volumen y el otro equipo que esta excedido en su capacidad mensual es la Banda de reacondicionamientos. En estos 5 equipos la diferencia no excede el 20% por lo tanto es factible el cumplimiento del plan de producción si se programa tiempo extra en fines de semana.

Como se ha venido comentando el horizonte de este plan es de 6 meses y se rueda cada mes. De este Plan Maestro de Producción se desprende la elaboración del Programa de Producción y la explosión del MRP.

En el siguiente sección se mostrará la definición de los puntos de reorden y cantidad a fabricar de los productos clasificados como A.

### V.V. INVENTARIOS DE SEGURIDAD Y PUNTOS DE REORDEN

Uno de los principales objetivos de la Cadena de Suministro es mantener y mejorar Niveles de Servicio (NS) a los clientes; ya sean internos o externos.

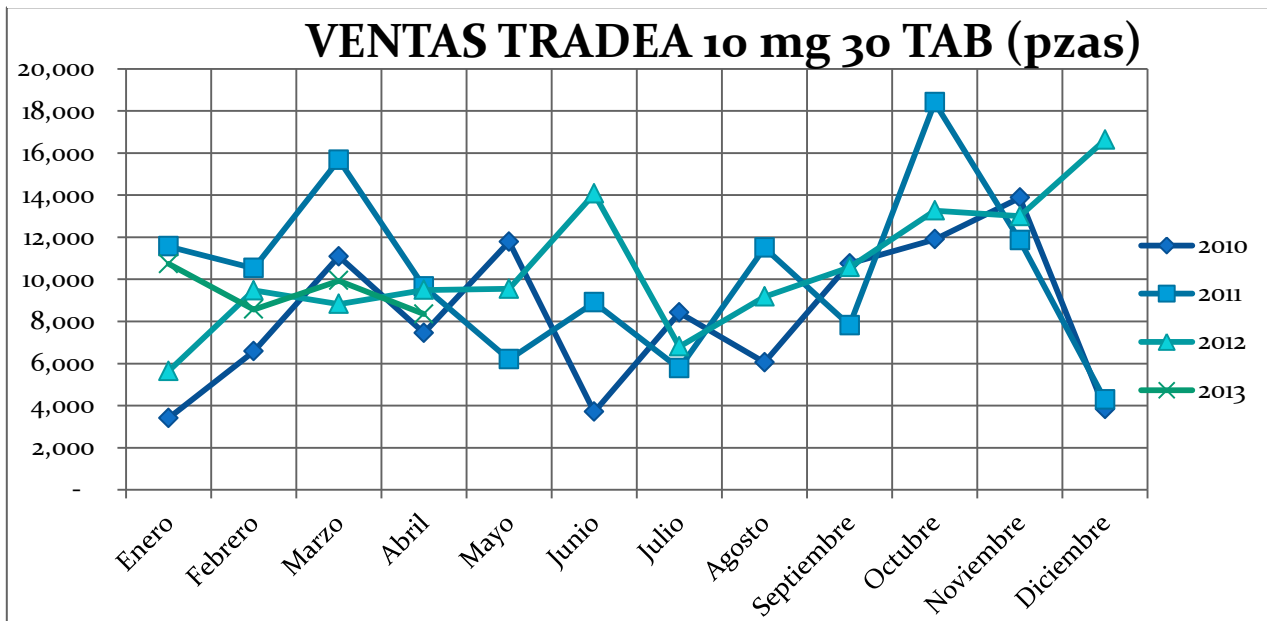
Los clientes internos dentro de la cadena en esta organización, son las diferentes áreas comerciales. De tal suerte que el NS se mide a partir del Pronóstico de ventas que entregan las áreas comerciales al departamento de Planeación y Control de la Producción (PCP) bajo los siguientes lineamientos:

1. Pronóstico mensualizado con horizonte de 12 meses por sku.
2. Ajuste o actualización a este pronóstico cada mes, últimos 5 días hábiles del mes en curso n.
3. En caso de requerir ajuste, se les permite a las líneas comerciales modificar a partir del mes n+2. Toda vez que ya se tienen establecidos compromisos de producción (adquisición de materias primas, materiales, empaques, etc.)

A continuación se presenta el análisis y resultados de un sku clasificación A que interesa mantener un NS superior al 98%.

**Definición del punto de reorden e inventario de seguridad para el producto Tradea 10 mg, medicamento utilizado para el déficit de atención con hiperactividad.**

Gráfico 24 Ventas Tradea 10 mg 30 Tab

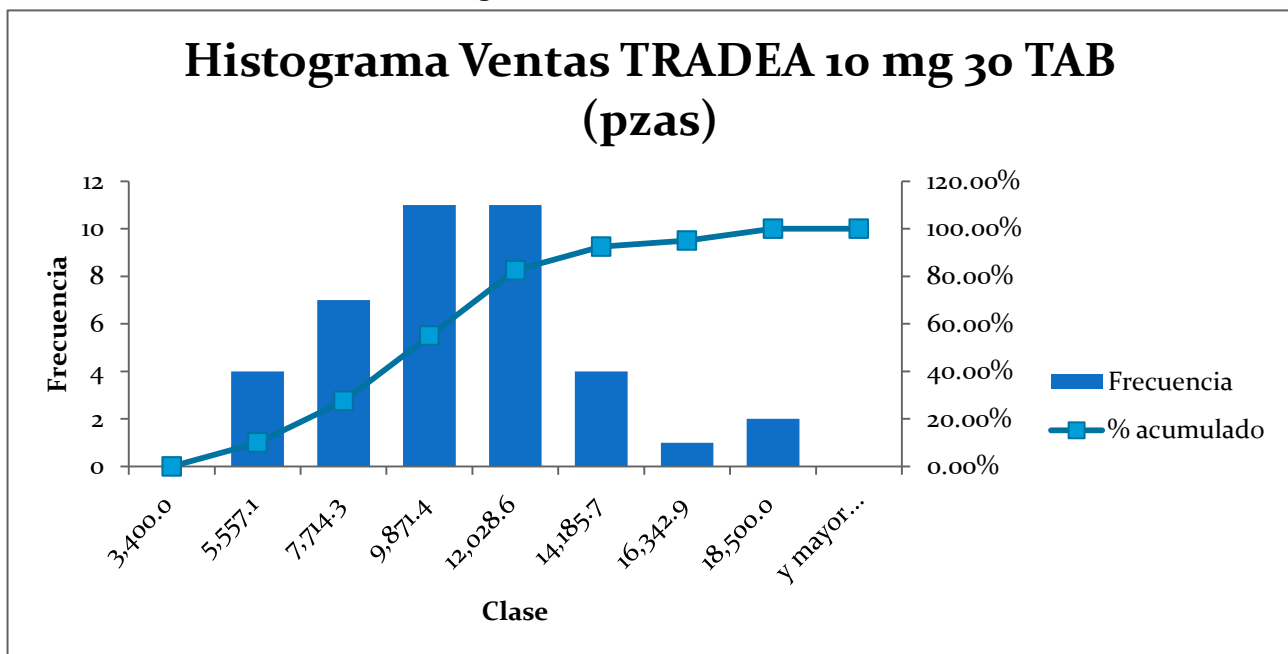


En la gráfica anterior se observa la variabilidad de la demanda, lo que motiva en mayor medida a contar con un análisis estadístico que permita establecer un inventario de seguridad y un punto de reorden para la fabricación.

**Tabla 13** Tabla de frecuencias de ventas en piezas

Clase	Frecuencia	% acumulado
3,400.0	0	0.00%
5,557.1	4	10.00%
7,714.3	7	27.50%
9,871.4	11	55.00%
12,028.6	11	82.50%
14,185.7	4	92.50%
16,342.9	1	95.00%
18,500.0	2	100.00%
y mayor...	0	100.00%

**Gráfico 25** Histograma de frecuencias de ventas en unidades



Una vez construido un histograma de frecuencias de la venta, calculado el promedio y desviación estándar, se puede observar que el gráfico tiene una distribución aproximadamente normal, con un promedio de venta de 9,625 unidades y una desviación estándar de 3,493. Se construye la siguiente tabla:

**Tabla 14 Cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden (Tradea 10 mg 30 tab)**

Punto medio Reorden (X)	Limite inferior de la clase	Limite superior de la clase	Probabilidad Acumulada limite superior	Probabilidad Acumulada limite inferior	Probabilidad de la Distribución Normal	Probabilidad de que la demanda exceda (X+0.5)	Desviación estandar de la demanda $\sigma d =$	3,493	Promedio de la demanda X =	9,625
4,479	3,400	5,557	12.2%	3.7%	8.5%	87.8%	Probabilidad de que se vacie el inventario	0.02	Inventario de seguridad (Z $\sigma d$ ) =	7,174
6,636	5,558	7,715	29.2%	12.2%	17.0%	70.8%				
8,793	7,716	9,873	52.8%	29.2%	23.6%	47.2%				
10,950	9,874	12,032	75.5%	52.8%	22.6%	24.5%				
13,107	12,033	14,190	90.4%	75.5%	15.0%	9.6%				
15,264	14,191	16,348	97.3%	90.4%	6.8%	2.7%				
17,421	16,349	18,506	99.4%	97.3%	2.2%	0.6%				
							Z =	2.05	Punto de Reorden (d+Z $\sigma d$ ) =	16,799
							$\sigma d =$	3,493.2		

En la tabla se observa la definición de 7 clases, en cada una de ellas, el punto medio de la clase, su límite inferior, límite superior, probabilidad de que la venta se encuentre por abajo del límite superior y límite inferior, probabilidad de que la venta se encuentre en el rango de cada clase de acuerdo con una distribución normal, probabilidad de que la demanda exceda el rango de cada clase, los datos de la desviación estándar y promedio de la venta. Y al final los datos mas importantes:

Con una probabilidad de 0.02 de que la venta consuma el inventario disponible, se requiere tener un inventario de seguridad de 7,174 unidades y por tanto un punto de reorden de 16,799 piezas. Es decir, si el tiempo de reabastecimiento está fijado en 4 semanas y el promedio de la venta en un rango de 4 semanas es de 9,625 piezas, se debe iniciar la fabricación cuando el nivel de inventario llega a 16,799 piezas, teniendo en cuenta que la fabricación y disponibilidad del producto es de 4 semanas, se estaría entregando el producto cuando el nivel de inventario llegue a 7,174 unidades y por tanto la probabilidad de que se entregue la producción cuando el inventario sea cero es de 0.02.

Ahora bien, la cantidad a fabricar es función del tamaño de lote óptimo que se tiene referido por producto. El tamaño de lote del producto Tradea 10 mg es de 188 kg, equivalente a 1,500,000 tabletas, es decir, 50,000 piezas en presentación con 30 tabletas. En la siguiente tabla se observa un ejemplo de como se ve el plan de producción para este producto:



**Tabla 15 Plan de Producción Tradea 10 mg 30 tab con punto de reorden e inventario de seguridad**

<b>Tradea 10 mg 30 tab (SNC)</b>	<b>oct-13</b>	<b>nov-13</b>	<b>dic-13</b>	<b>ene-14</b>	<b>feb-14</b>	<b>mar-14</b>	<b>abr-14</b>	<b>may-14</b>	<b>jun-14</b>	<b>jun-14</b>	<b>ago-14</b>	<b>sep-14</b>
Inventario Inicial (pzas)	39,381	24,155	60,322	55,013	46,535	37,586	27,695	18,746	58,855	48,022	39,544	30,595
Cantidad a fabricar (pzas)	-	50,000	-	-	-	-		50,000	-	-		
Pronóstico de Venta (pzas)	16,164	14,684	5,636	9,000	9,500	10,500	9,500	10,500	11,500	9,000	9,500	10,500
Inventario final (pzas)	24,155	60,322	55,013	46,535	37,586	27,695	18,746	58,855	48,022	39,544	30,595	20,704
Cobertura (días)	70	175	159	135	109	80	54	171	139	115	89	60

Forecast Accuracy	94.2
Punto de reorden (pzas)	18,000
Probabilidad de vaciar el inventario	0.02
Cantidad a fabricar (días)	140
Inventario promedio (días)	113
Max (días)	175
Mín (días)	54
Tamaño de lote (pzas)	50,000

## V.VI. PROGRAMA DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

La cantidad de inventario de materiales requerido para hacer operar los programas de producción de la planta, es una decisión que tiene que considerar, entre otras, las siguientes variables: volúmenes de almacenamiento, tiempos de entrega y stocks de seguridad.

Como se mencionó en el capítulo de marco teórico, para determinar la cantidad óptima de pedido, Economic Order Quantity, EOQ, es indispensable contar con el costo de mantener el inventario y costo por ordenar un pedido, sin embargo, en operaciones técnicas de este laboratorio farmacéutico no se cuenta con información de costos unitarios y tasas para el cálculo de costos de oportunidad. Información contenida únicamente por el área financiera, de tal manera que, el trabajo que se llevará a cabo para determinar las cantidades a pedir, se definirá a partir de los siguientes elementos:

1. Cantidad por pedir (CP): Volumen solicitado de una materia prima o material de empaque, por unidad de medida y por días de inventario alcanzable.
2. Punto de reabastecimiento (PR): Es el inventario o stock de seguridad que se tiene en el momento que arriba la cantidad pedida.
3. Horizonte de tránsitos (HT): Son los días futuros con los que se cuenta inventario en tránsito y se relaciona con el lead-time de compras.
4. Distribución de entregas (DE): Son los días de inventario equivalente en los que se divide un pedido.

Cada uno de estos 4 parámetros se definen en 2 unidades de medida; la unidad de medida propia del insumo (piezas, kg, etc.) y en días de inventario que representan la unidad de medida anterior.

Como se mencionó en el capítulo V.II referente al ITEM MASTER, el catálogo de artículos se ha dividido en 10 clases de artículos. El artículo que representa uno de los mayores retos por administrar es la cajilla individual.

Este insumo es el que representa el mayor volumen por tarimas o pallets de ocupación; 48,000 cajillas por tarima, adicionalmente, en apego con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2013, Buenas prácticas de fabricación de medicamentos, se debe de contar con una tarima y/o ubicación diferente por código de insumo, es decir, una cajilla de cierta presentación no puede convivir con otra en la misma tarima, de tal suerte que se requieren al menos 600 ubicaciones o tarimas destinadas al almacenamiento de cajillas individuales, ya que este es el número diferente de cajillas que se utilizan en el grupo.

A continuación se presenta la planeación del requerimiento de materiales, MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING MRP del material 202402771 CAJA METFORMINA 850 mg 30 TAB (SS).

**Tabla 16 MRP Cajilla de Metformina 850 mg 30 TAB**

202402771	Inv Reservado =	0	Inv en Q =	175,703	CP (días) =	30	PR (días) =	15	HT (días) =	60	DE (días) =	15
CJA METFORMINA 850 mg 30 TAB (SS)	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Inventario Disponible	540,000											
Inventario Total Inicial	715,703	960,868	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,175,304	832,851
Cobertura (Días)	23	35	35	35	35	35	35	35	35	33	41	31
Consumo	933,310	727,815	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	1,066,640	666,650
Ordenes de Compra	300,000											
Requisición de Compra	878,475	862,802	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	933,310	1,012,759	724,187	810,937
Inventario Final	960,868	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,095,855	1,175,304	832,851	977,138
No. De Orden de Compra	O.C.00001											

Inventario promedio mensual (pzas)	1,059,417
------------------------------------	-----------

La tabla anterior representa el MRP de la cajilla individual que se utiliza para estuchar las tabletas de metformina 850 mg en su presentación de 30 tabletas, con la siguiente información:

- 1. Inventario Disponible:** Es el stock de material disponible para producción con el que se cuenta al iniciar el mes.
- 2. Inventario Total Inicial:** Es la suma del Inventario Disponible, más el Inventario Reservado que se encuentra para ordenes en proceso, más el Inventario en Cuarentena (Inv en Q), que se refiere al material que ha entregado el proveedor en nuestros almacenes pero aún no se dictamina por aseguramiento de calidad para su uso.
- 3. Cobertura (Días):** Son los días de inventario que tienen proyectados del material al inicio de cada mes.
- 4. Consumo:** Es la cantidad que se utilizará del material por mes. Es el resultado de la explosión del MPS.
- 5. Ordenes de Compra:** Se refiere a los tránsitos del material que se tienen en firme, de acuerdo a su mes de arribo, cuentan con un No. de Orden de Compra que se indica en la última fila de la tabla.
- 6. Requisiciones de Compra:** Es la sugerencia de la cantidad por pedir CP, en volumen de material, resultado de uno de los parámetros de control de inventarios que se muestran en la primer fila de la tabla; CP (días). En este ejemplo, este parámetro se definió en 30 días, es decir, la cantidad solicitada será para obtener 30 días de inventario. Otro parámetro que se considera e influye en la sugerencia de la cantidad por pedir en el elemento Requisición de Compra es el Punto de Reabastecimiento PR. Como se mencionó

anteriormente, este parámetro indica el nivel de inventario en días que se tiene que tener para que arribe en ese momento la cantidad pedida en la Requisición de Compra. En el caso del MRP mostrado, el parámetro está fijado en 15 días, es decir, se debe tener un stock de 15 días de inventario en el momento que arribe la Orden de Compra.

**7. Inventario Final:** Es la suma algebraica del Inventario Total Inicial del mes, menos el consumo planeado más las Órdenes de Compra en Firme, más las Requisiciones de Compra sugeridas. El Inventario Final del mes  $n$ , es el Inventario Inicial del mes  $n+1$ .

**8. No. de Orden de Compra:** Es el ID de la solicitud de compra fincada con el proveedor.

**9. HT (días):** Es el horizonte de tránsitos que se debe fincar, en el caso de la Tabla 16, el parámetro está fijado en 60 días. De tal forma que se colocarán únicamente Órdenes de Compra de esta material para que lleguen en un plazo menor o igual a 60 días. El colocar Órdenes de Compra con mayor anticipación, 90, 120, 150 días, etc. Antes de su arribo tienen una alta probabilidad de cancelación o reprogramación dados los movimientos del MPS.

**10. DE (días):** La Distribución de Entregas se refiere a la separación en días de inventario con el que se deben entregar los pedidos u Órdenes de Compra. En la Tabla 16 se muestra este parámetro en 15 días para este tipo de material, es decir la Cantidad Pedida (30 días) en la Requisición de Compra se debe entregar en 2 entregas con una separación de 15 días.

Con esta configuración de parámetros, el inventario promedio mensual de este material se considera en 1,059,417 piezas, aproximadamente 30 días promedio.

Esta parametrización se lleva a los 1,505 sku's de insumos de acuerdo con sus características de volumen y disponibilidad.

Para concluir, se presenta la tabla siguiente, que muestra la distribución del inventario por tarimas o pallets, de acuerdo con la capacidad de ubicaciones del almacén de insumos, con esta distribución se tiene el 90% de capacidad:

**Tabla 17 Inventario por clase de artículo**

Clase de artículo	Plan de inventario Junio'14	Suma de Política de inventio número de tarimas promedio mensual	No. de códigos por clase de artículo
Cajas	18,548,533	658	600
Activo	148,808	374	121
Exc kg/lt	139,271	295	168
Frascos	3,714,161	308	19
Aluminio	14,874	200	280
Tubos	858,062	86	32
Colectivas	46,153	60	23
Etiquetas	4,472,769	89	118
Varios	1,656,172	69	51
PVC's	37,506	45	17
Bancos	267,891	15	10
Exc pzas	3,677,489	42	9
Tapas	4,062,275	64	20
Celopolial y papel	10,024	24	23
Exc caps	11,337,176	21	9
Exc g	93,783	4	5
<b>Total general</b>		<b>2,354</b>	<b>1,505</b>

## VI. CONCLUSIONES

La claridad en los objetivos de un área de Planeación y Control de la Producción, alineados con los objetivos estratégicos de una compañía son el primer paso para la definición de un sistema de trabajo, metodológico y parametrizado, que brinde orden en los procesos.

La contribución de un servidor en la solución de problemas inherentes al ejercicio de la planeación de la producción contribuyó a mejorar el Nivel de Servicio al área de ventas en términos de disponibilidad suficiente de producto para cubrir sus expectativas y/o acuerdos comerciales.

El Nivel de Servicio al finalizar el año 2013 se ubicó en el 97%, este indicador es el mas representativo del funcionamiento de un sistema de planeación y control de la producción. En un grupo farmacéutico, donde impera la venta de oportunidad y el margen de error de los estimados de venta es considerable (únicamente 20.5% de cumplimiento), como se ilustró en el apartado V.III.III.II Forecast Accuracy, el abasto de producto es clave. No contar con producto disponible y en las cantidades solicitadas es una limitante en el crecimiento de una compañía en el mejor de los casos y en el peor de ellos pone en riesgo su factibilidad.

El análisis estadístico ha sido la herramienta técnica mas útil encontrada en el alcance del Nivel de Servicio. Sin embargo la comunicación y los acuerdos generados con el proceso SOP son el mejor complemento para la obtención de los resultados. El cliente interno que es el área de ventas ha comprendido que con mejor y mantenimiento de los pronósticos de venta, mejor será el Nivel de Servicio. No solo eso, el conocimiento de la oferta productiva en función de la mez-

cla de productos solicitados por el área de ventas ha permitido generar un equilibrio con adecuados niveles de inventario.

Las variaciones en la demanda son un hecho de la vida, de modo que el sistema de planeación debe incluir la flexibilidad suficiente para manejar esas variaciones. Ha sido posible lograr cierta flexibilidad, desarrollando fuentes alternativas de oferta, capacitando a los trabajadores para operar diferentes equipos. Trabajadores multifuncionales.

El Sistema de Información, como el ERP utilizado es una herramienta muy poderosa para obtener información en tiempo real, de forma ágil y confiable. Sin embargo se tiene que decir, que aún no se ha logrado llevar el 100% de los procesos de Planeación de la Producción en este Sistema (Dynamics AX). La causa es la flexibilidad y sencillez con la que una hoja de cálculo procesa información para obtener un determinado resultado. La migración de estas operaciones de planeación forman parte de un proyecto que no ha concluido, la causa es que de forma nativa este ERP no genera muchos de los cálculos requeridos y se requiere modificaciones y desarrollos de los programas que utiliza.

La planeación de la producción y control de inventarios ha jugado un rol clave en las actividades de las operaciones técnicas del Grupo Farmacéutico, determinar cuánto fabricar, cuándo fabricar y en donde hacerlo implica un conjunto de responsabilidades que han contribuido al éxito del Grupo. Sin embargo, un segundo reto con una operación de estas dimensiones y características es justamente el cumplimiento de los procesos diseñados. Esta actividad se conoce como Control de Piso y no he encontrado una mejor definición que aquella que dice: “provocar que las acciones ocurran”. Se tienen que desarrollar habilidades de liderazgo que inciten y estimulen. Para generar esa atracción, involucramiento y seguimiento no necesariamente se necesita una posición privilegiada en el organigrama de la compañía, si no la suficiente claridad del objetivo, la convicción de que es logable, conocimiento y solidaridad.

## VII. GLOSARIO

**Stock-keeping unit o SKU.-** es un identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistémico de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, cargos, etc.

**Enterprise Resource Planning.-** sistemas de planificación de recursos empresariales son sistemas de información gerencial, típicamente manejan la producción, logística, distribución, inventario, envíos, facturas y contabilidad de la compañía de forma modular.

**Rolling Forecast.-** pronóstico que mantiene, conforme avanza el tiempo, constante los periodos, dentro del horizonte de planeación.

**Forecast Accuracy.-** Margen de error del pronóstico, existen diversos métodos de pronóstico e igual diversidad de medir la efectividad de ellos; en este caso, se compara el pronóstico contra los valores reales del siguiente periodo. El objetivo es encontrar valores cercanos a 1, la fórmula utilizada es:

$$\text{Forecast Accuracy} = 1 - e_t\alpha(\%)$$

**SETUP.-** Técnica enfocada al cambio rápido de maquinaria y herramientas productivas.

**Master Production Schedule, MPS, Plan Maestro de Producción.-**

**Item Master.-** A partir de una lista maestra de registro de artículos, es posible seleccionar a al que se desea definir como superior. es un catálogo artículos que incluyen todos los sku's que conforman el producto terminado (PT), producto semiterminado, es decir, graneles (GR), materias primas como activos, excipientes y materiales de empaque, ya sea primario y secundario, es decir, un catálogo de todos los insumos inventariables requeridos para la fabricación de un producto. Esta codificación es importante, ya que se requiere para alimentar el Sistema de Información ERP

**Material Requirement Planning, MRP, Plan de requerimiento de materiales.**

**Stock Keeping Units, SKU.-** identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistémico de los productos y servicios ofrecidos a los clientes; cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, etc.

**Enterprise Resource Planning, ERP, Planeación de recursos empresariales,** soportados por un proveedor de software, de aplicación multi-modo, que permite un fabricante u otro asociado a manejar las partes importantes de su negocio: producción, ventas, compras, logística, contabilidad, gestión de proyectos, etc.

**Rolling Forecast,** Con esta técnica, la cantidad de periodos en un pronóstico de corto plazo, se mantiene constante, por ejemplo, si los períodos de un pronóstico son mensuales durante 12 meses y, conforme avanza el tiempo, cada mes se retira de la previsión y otro mes se añade al final del pronóstico, con lo que siempre están pronosticando doce períodos mensuales.

**Clasificación ABC de inventarios.-** metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos de importancia, ya sea, "costo unitario" y el "volumen anual demandado".

**Economic Order Quantity, EOQ,** Cantidad Económica de Pedido.- Es un modelo para el control de inventarios que, considerando: a) una demanda conocida y constante, determinista; b) el costo de mantener el inventario y, c) el costo de ordenar un pedido; produce como salida la cantidad óptima de unidades a pedir para minimizar costos por mantenimiento del producto

**Punto de Reorden.**- Nivel de inventario de un artículo que señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento. Es la suma de la demanda de tiempo de entrega y las existencias de seguridad. Incluye al tiempo de entrega, el pronóstico de la demanda y el nivel de servicio.

**Medicamentos genéricos.**- Según la OMS, un medicamento genérico es aquel que se ofrece bajo la denominación del principio activo que incorpora, siendo bioequivalente a la marca original, es decir, igual en composición y forma farmacéutica y con la misma biodisponibilidad que la misma. Se reconoce porque en el envase del medicamento en lugar de un nombre comercial, figura el nombre de la sustancia de la que está hecho, principio activo, seguido del nombre del laboratorio fabricante. En México y otros países, se agregan las siglas GI (Genérico Intercambiable), en España se agrega EFG (Equivalente Farmacéutico Genérico).

**Work in process.**- Producción que se encuentra en alguna etapa del proceso productivo, aún no existen piezas de producto terminado disponible.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. 12ª ed., México D.F: McGraw-Hill, 2009.

Vollmann, T., Berry, W, Whybark, C., y Jacobs, F. *Planeación y control de la producción. Administración de la cadena de suministros*. 5ª ed., México D.F.: McGraw-Hill, 2005.

Sipper, D., y Bulfin, R. *Planeación y control de la producción*. 1ª ed., México D.F.: McGraw-Hill, 1998.