



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE NUEVAS POLÍTICAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIO
EN EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS EN UN LABORATORIO
FARMACÉUTICO**

AUTOR: Ing. Karen Leonard H.

TUTOR: Dr. Carlos Martínez

Valencia, octubre de 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE NUEVAS POLÍTICAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIO
EN EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS EN UN LABORATORIO
FARMACÉUTICO**

AUTOR: Ing. Karen Leonard H.

Trabajo presentado ante el Área de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo para optar al Título de Magister en Ingeniería Industrial

Valencia, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

VEREDICTO

Nosotros, Miembros del Jurado designado para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: Diseño de nuevas políticas para el control inventario en el almacén de materias primas en un laboratorio farmacéutico, presentado por: Ing. Karen Leonard H. para optar al Título de Magister en Ingeniería Industrial, estimamos que el mismo reúne los requisitos para ser considerado como: _____

Nombre, apellido, C.I., Firma del Jurado

Valencia, octubre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron con el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación, en especial:

A Dios por darme un rayo de luz todos los días de mi vida y por permitirme alcanzar esta nueva meta.

A mi esposo Cesar, por su apoyo incondicional, comprensión, amor, paciencia y alegría en cada uno de mis días.

A mis padres por Beatriz y Antonio, quienes nuevamente me animaron para culminar una de mis metas.

A los profesores Carlos, Zaida, Oswald, Manuel y Alicelis por guiarme y darme las herramientas necesarias para concluir este trabajo.

A Laboratorios Farma, por su apoyo para el desarrollo y la culminación de este trabajo.

A mi mascota Sultán, por acompañarme cada día y darme alegría.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Objetivos	17
1.4. Justificación	18
1.5. Alcance (Delimitación)	19
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA	
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases teóricas	22
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Nivel y diseño de la investigación	38
3.2. Fuentes y técnicas para la recolección de información	39
3.3. Diseño de instrumentos para la recolección de información	39
3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	39
3.5. Fases de la investigación	39
CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL	
4.1. Descripción de la situación actual	41
4.2. Diagnóstico de las causas posibles de los desajustes de inventario	46
CAPÍTULO V. PROPUESTAS DE MEJORAS	
5.1. Clasificación de las materias primas	50
5.2. Sistema de control para evitar los desajustes	51
CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA	83
CAPÍTULO VII. POLÍTICAS DE INVENTARIO	86
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Cantidad económica de pedido	25
Figura 2 Costo total vs cantidad a ordenar	26
Figura 3 Clasificación ABC	29
Figura 4 Diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento	42
Figura 5 Diagrama de recorrido de dispensado de las MP	45
Figura 6 Diagrama causa - efecto de ajustes de inventario	47
Figura 7 Nuevo diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento	63
Figura 8 Diagrama de recorrido de cambios de ubicación de las MP	67
Figura 9 Etiqueta de identificación	74
Figura 10 Nuevo diagrama de recorrido de recepción con código de barras	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de las materias primas	129
Tabla 2 Materias primas tipo A	51
Tabla 3 Resultados inspección vs histórico	53
Tabla 4 Programa de conteo cíclico	68
Tabla 5 Cantidad de etiquetas de cuarentena	73
Tabla 6 Cantidad de etiquetas de identificación	74
Tabla 7 Estimación de costos propuesta 1	83
Tabla 8 Estimación de costos propuesta 2	84
Tabla 9 Estimación de costos propuesta 3	84
Tabla 10 Resumen de propuestas de mejora	85
Tabla 11 Demanda y factor estacional estimado	89
Tabla 12 Cálculo del pronóstico del P0556	91
Tabla 13 Errores del pronóstico del código P0556	93
Tabla 14 Pronóstico de demanda de materias primas tipo A	94
Tabla 15 Gastos anuales 2014	96
Tabla 16 Driver del costo primer prorrateo	98
Tabla 17 Primer prorrateo de costos	99
Tabla 18 Driver del costo segundo prorrateo	101
Tabla 19 Segundo prorrateo para costos de ordenamiento (almacén)	102
Tabla 20 Segundo prorrateo para costos de ordenamiento (planificación)	103
Tabla 21 Segundo prorrateo para costos de ordenamiento (compras)	104
Tabla 22 Costos asociados a la orden de compra	105
Tabla 23 Driver del costo tercer prorrateo	106
Tabla 24 Constante del costo de ordenamiento	108
Tabla 25 Salarios personal para MP anuales	109
Tabla 26 Costo por mantener por unidad por año	113
Tabla 27 Cantidad óptima de pedido	115

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 28 Costos de ordenamiento	116
Tabla 29 Costos de posesión	117
Tabla 30 Costos de compra	118
Tabla 31 Costo de total del inventario	119
Tabla 32 Tiempo óptimo de pedido	121
Tabla 33 Estudio de proveedores	122
Tabla 34 Pronósticos del P0020	134
Tabla 35 Pronósticos del P0204	136
Tabla 36 Pronósticos del P0614	138
Tabla 37 Pronósticos del P0277	140
Tabla 38 Pronósticos del P0586	142
Tabla 39 Pronósticos del P0588	144
Tabla 40 Pronósticos del P0173	146
Tabla 41 Pronósticos del P0487	148
Tabla 42 Pronósticos del P0300	150
Tabla 43 Pronósticos del P0261	152
Tabla 44 Pronósticos del P0501	154
Tabla 45 Pronósticos del P0221	156

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 Demanda P0556 años 2012- 2014	87
Gráfico 2 Pronóstico de demanda P0556	94
Gráfico 3 Pronóstico de demanda P0020	133
Gráfico 4 Pronóstico de demanda P0204	135
Gráfico 5 Pronóstico de demanda P0614	137
Gráfico 6 Pronóstico de demanda P0277	139
Gráfico 7 Pronóstico de demanda P0586	141
Gráfico 8 Pronóstico de demanda P0588	143
Gráfico 9 Pronóstico de demanda P0173	145
Gráfico 10 Pronóstico de demanda P0487	147
Gráfico 11 Pronóstico de demanda P0300	149
Gráfico 12 Pronóstico de demanda P0261	151
Gráfico 13 Pronóstico de demanda P0501	153
Gráfico 14 Pronóstico de demanda P0221	155



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE NUEVAS POLÍTICAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIO EN EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO

TUTOR: Dr. Carlos Martínez
Fecha: octubre, 2015

AUTOR: Ing. Karen Leonard

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en Laboratorios Farma S.A., una empresa farmacéutica dedicada a la fabricación y distribución de medicamentos. Se desarrollaron propuestas de control de inventario para disminuir los desajustes de las materias primas, se determinaron las principales causas, como la ausencia de verificación continua de las existencias, no existe control de peso en la recepción de las materias primas, errores de identificación, entre otros. La metodología empleada constó en analizar la situación actual, las posibles causas de los desajustes de inventario, clasificar las materias primas según el método ABC, y establecer las propuestas para minimizar los desajustes de las materias primas. Se escogieron las materias primas con desajustes de mayor impacto según la clasificación ABC, las tipo A representan el 60,74% del total del importe de las materias primas ajustadas.

Se analizó el procedimiento de recepción de materias primas y se realizó una inspección en el almacén, obteniéndose las siguientes propuestas de mejora: 1) realizar cambios en el procedimiento de recepción de materias primas, adicionando el control de pesaje, con una inversión de Bs 139.400; 2) la implantación del programa de conteo cíclico, para garantizar la verificación constante de las existencias por ubicación, corregir errores de ubicación y disminuir recuentos en el inventario final, con una inversión de Bs 6.600; y 3) la adquisición e implantación del uso del código de barras en el almacén de materias primas, para mantener lo más actual posible el inventario tanto en cantidades reales y su estatus, y disminuir así los errores humanos en cuanto al proceso de etiquetado de las materias primas, con una inversión de Bs 1.705.000. Adicionalmente, se ajustaron los resultados obtenidos de la política de inventario, a través de un estudio de proveedores en cuanto a cantidad y tiempo a pedir; estos resultados sirven como referencia para el departamento de planificación.

PALABRAS CLAVE: control de inventario, materias primas y laboratorio farmacéutico.



UNIVERSITY OF CARABOBO
FACULTY OF ENGINEERING
MASTER OF INDUSTRIAL ENGINEERING



NEW POLICY DESIGN FOR INVENTORY CONTROL IN STORE IN A PHARMACEUTICAL RAW MATERIALS LABORATORY

TUTOR: Dr. Carlos Martínez
Date: October, 2015

AUTHOR: Ing. Karen Leonard

Abstract

This work was developed in Laboratories Farma SA, a pharmaceutical company dedicated to the manufacture and distribution of drugs. Inventory control proposals were developed to reduce the disarrangement of raw materials, the main causes were determined, as the absence of continuous verification of inventories, there is no weight control in receiving raw materials, errors identification, among others. The methodology consisted of analyzing the current situation, the possible causes of the disarrangement of inventory, classify raw materials according to the ABC method, and establish proposals to minimize disarrangement raw materials. Raw materials with greater impact disarrangement according to the ABC classification is chosen, the type representing 60.74% of the total amount of raw materials adjusted.

The procedure for receipt of raw materials was analyzed and an inspection was carried out in the warehouse, yielding the following suggestions for improvement: 1) changes in the method of reception of raw materials, adding control weighing, with an investment of Bs 139.400; 2) program implementation cycle count, to ensure consistent verification of stocks by location, location correct errors and decrease in ending inventory recount, with an investment of Bs 6.600; 3) the acquisition and implementation of the use of barcode in the raw materials, to keep as current as possible both actual inventory quantities and their status, and thus reduce human errors in the process of labeling of raw materials, with an investment of Bs 1.705.000. Additionally, the results of the inventory politics are adjusted through a study of suppliers in terms of quantity and time of ask; these results serve as a reference for the planning department.

KEYWORDS: inventory control, raw materials and pharmaceutical laboratory.

INTRODUCCIÓN

Laboratorios Farma es una empresa dedicada al cuidado de la salud humana mediante productos y servicios de buena calidad, la planta ha sido configurada para cumplir con las normas legales vigentes venezolanas e internacionales de Buenas Prácticas de Manufactura. Como todas las organizaciones existe oportunidades de mejora en sus diferentes áreas. En esta oportunidad, el proyecto de investigación se enfoca en el área del almacén de materias primas, específicamente en proponer nuevas políticas de control de inventario, ya que son el principal activo circulante de la organización.

El almacén no posee controles de inventario bien definidos durante el año, sólo realiza inventarios anuales a final de año, de los cuales se ha encontrado debilidades como: materiales con identificación no acorde a los procedimientos establecidos, materiales sin ubicar físicamente, consumos internos pendientes por descargar a nivel del sistema SAP, ausencia de conteo cíclico, entre otras debilidades; esto conlleva a que exista discrepancia entre las materias primas disponibles en el sistema SAP y las existentes en físico. Es por esta razón, que surge la necesidad de proponer nuevas políticas de control de inventario, que permitan disminuir los desajustes de las materias primas, como por ejemplo: crear un programa de conteo cíclico según la clasificación ABC, implantar el uso de lector de código de barras, entre otras.

El trabajo se estructuró de la siguiente manera: el primer capítulo, definición del problema, objetivos, alcance y justificación; el segundo capítulo, el marco de referencia (antecedentes y bases teóricas); el tercer capítulo, el marco metodológico; el cuarto capítulo, situación actual y sus posibles causas de desajustes; el quinto capítulo, propuestas de mejoras; el sexto capítulo, evaluación económica y el séptimo capítulo, políticas de inventario.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial se están produciendo cambios en lo político desde el punto de vista social, económico, legal, ambiental entre otros, motivo por el cual se hace imperativo adaptarse a los cambios y reducir los costos de operación para garantizar la operatividad de la empresa. Laboratorios Farma S.A. es una empresa farmacéutica dedicada a la fabricación y distribución de medicamentos, ha crecido y se ha mantenido dentro de la industria durante 70 años, por contar con fortalezas tales como adaptabilidad a los cambios, y por su constante búsqueda para satisfacer las necesidades del mercado venezolano.

Se manejan 249 materias primas (MP) las cuales están codificadas con la letra P, seguido de 4 dígitos asignados en forma correlativo (por ejemplo: P0001), en donde el 40% es de origen nacional y el 60% es importado, sus tiempos de entrega (desde que se solicita la materia prima hasta que es recibida en el almacén) oscilan entre 45 y 210 días. Estos son tomados en cuenta en la planificación y control del inventario, para satisfacer el plan de ventas, éste varía mensualmente según las necesidades. Se planifica la elaboración de lotes completos (lote estándar) no parciales tomados en cuenta para el plan de producción, no se almacena producto en proceso en ninguna de sus fases, sólo se fabrica lo que se tiene destinado para la venta. La planificación de requerimientos de materiales (MRP) se lleva a través del sistema Systems, Applications and Products in Data Processing (SAP), donde el analista de planificación de manera subjetiva analiza cada código basándose en su experiencia personal, sin tomar las sugerencias del sistema, ya que éste no toma en

cuenta si la materia prima está bloqueada por fecha de vencimiento (requiere una extensión siempre y cuando cumpla con ciertos parámetros de calidad) o MP que se encuentren en estatus de control de calidad (en espera por su liberación por parte de control de calidad).

Las MP cuando llegan a la planta debe ser inspeccionadas y analizadas por el departamento de control de calidad, se le asignan una fecha de vencimiento acorde al certificado del proveedor, a excepción de las esencias, colorantes y la clorofila que se le asigna un (1) año de vigencia. Se manejan tres (3) MP (equivalente al 1,4%) controladas por el Registro Nacional Único de Operadores de Sustancias Químicas Controladas (RESQUIMC.), llevan un control estricto en su utilización, sólo son manipuladas por el personal autorizado y designado para el momento de su recepción, muestreo y dispensado.

En el proceso de recepción de materias primas, se dispone de tres (3) ayudantes de almacén que revisan el material vs documentación, notifican al supervisor del área y ubican el material identificado con etiquetas de cuarentena en espera de su muestreo y análisis; también cuentan con un (1) asistente administrativo, el cual verifica el documento de compra, si la cantidad a recibir no difiere del 10% solicitado, le da entrada al sistema y elabora las etiquetas de cuarentena. Actualmente, no se dispone de un área de cuarentena, el material es ubicado en el área de recepción o en los racks disponibles dependiendo de la disponibilidad de espacio. Luego de que las MP están aprobadas, se generan las órdenes de producción, las cuales indican la cantidad de los insumos a utilizar y los números de lote a dispensar, las etapas de proceso para la elaboración del producto y el tiempo para su elaboración. Se emplea la filosofía F.I.F.O. (First In First Out) para la manipulación de las mismas.

La estimación del consumo de MP se ha visto seriamente afectada por los siguientes factores: (a) existe discrepancia entre las materias primas disponible en el sistema SAP y la existente en físico, representando un 20% del inventario, debido a

estar en proceso de colocación de etiquetas de aprobado, bloqueado por fecha de vencimiento y/o errores de manipulación, (b) recepción de MP en exceso, debido a inventarios desactualizados, (c) existencia de desajustes de inventario en un 7% ocasionando una pérdida aproximada de Bs 190.000 que representa 2000 Kg para el año 2011, Bs 209.000 que representa 480 Kg para el año 2012, Bs 890.200 que representa 3000 Kg para el año 2013 y Bs 2.550.000 que representa 3500 Kg para el año 2014, a causa del desorden en el almacén, ausencia de un conteo cíclico periódico, falta de control de peso de las materias primas, ya que estos no son pesados al ser recibidos, pero si al momento de realizar el inventario físico anual, y (d) 10% de las MP son de baja rotación con fecha cercana de vencimiento, lo que afecta los estados financieros de la empresa al no utilizarse en otros productos.

Estas situaciones obligan a evaluar las causas posibles de los desajustes de inventario que se incrementa a través de los años, y a mejorar la política en el sistema de control y planeación estratégica que reflejen una mejor información gerencial, de la manera más real posible, con el propósito de garantizar que la toma de decisiones se realice sobre bases sólidas. De persistir estas debilidades en el actual sistema de inventarios, la empresa se vería limitada en su crecimiento y participación en el mercado venezolano, debido al poco cumplimiento con los tiempos de entrega de los productos terminados y unidades para la venta. Carecería de las herramientas, métodos y procedimientos adecuados para la planificación y control del inventario, ajustadas a las exigencias dadas para el momento, lo que podría agravar el problema de los niveles de inventario de los materiales de baja rotación, la inmovilización del capital de trabajo y la generación de clientes insatisfechos.

Es por esta razón, que surge la necesidad de una reestructuración de la política de planeación y control de los inventarios, se establecerá una clasificación de materiales, un conteo cíclico entre mensual y trimestral, dado que el inventario físico realizado anualmente es ineficiente. También se establecerán los canales necesarios

para una comunicación efectiva, dando a conocer los objetivos organizacionales e involucrar al personal con el cumplimiento de las metas.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo pueden establecerse nuevas políticas de planeación y control de inventario del almacén de materias primas principales, para incrementar la exactitud de la información y garantizar la disponibilidad de los insumos a tiempo, con el objetivo de cumplir con la demanda del mercado?.

Sistematización del problema

- ✓ ¿De qué modo afecta los cambios de regulaciones gubernamentales a Laboratorios Farma en la recepción y disponibilidad de materia prima?
- ✓ ¿Cuál ha sido el comportamiento de las ventas de medicamentos principales en los últimos años?
- ✓ ¿Qué efectos genera en el control de inventario la ausencia de conteo cíclico programado?
- ✓ ¿Cuáles son los factores internos que influyen en la diferencia de información del sistema SAP contra el inventario físico?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer nuevas políticas de control de inventario de materias primas principales de la empresa Laboratorios Farma.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del almacén de materias primas.
- ✓ Realizar un diagnóstico de las posibles causas que ocasionan los desajustes de inventario de materias primas.
- ✓ Proponer un sistema de control para minimizar los desajustes en las materias primas seleccionadas.

- ✓ Evaluar económicamente las propuestas de mejora.

1.4. Justificación

En un país donde los índices de inflación crecen exponencialmente, con mercados competitivos y regulaciones gubernamentales cambiantes, las empresas tratan de mantener sus márgenes de ganancias ofreciendo precios que sean competitivos al consumidor. La mayoría de éstas basan su proceso productivo en la capacidad que tenga para ofrecer un servicio eficiente y seguro, a través de controles efectivos sobre sus productos y sus costos. Es de vital importancia el área del almacén, debido a que en él se resguardan las MP para la elaboración de los productos destinados al consumidor.

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se basa en: evaluación de la situación actual, análisis de las causas que ocasionan los desajustes de inventario, clasificación de materiales mediante la distribución ABC, sistemas de control de inventario, entre otros. La implantación de políticas de control permitirá la reducción de desajustes de inventario y cumplimiento con el plan de ventas, mediante la aplicación de entrevistas personalizadas, análisis de los registros de SAP y conteo cíclico programado, con la finalidad de obtener un mayor control para la toma de decisiones y obtener el apoyo necesario para futuras investigaciones.

Así mismo, los resultados de este trabajo permitirán solucionar problemas específicos como los criterios para la programación del conteo cíclico, disminución de la discrepancia entre la materia prima en el sistema SAP y la existente en físico (se estima una disminución del 30% con la implantación del programa de conteo cíclico), reducción de horas extraordinarias para la realización de los ajustes de inventario (se estima una disminución del 40% en la realización del inventario anual), lo que implicará un ahorro significativo para la empresa, ya que al mejorar los controles de inventario, se evitarán compras innecesarias o que se compre en el tiempo justo, y cambio de la estructura interna de la empresa que afectan a Laboratorios Farma.

1.5. Alcance (Delimitación)

La investigación se realizó en la empresa Laboratorios Farma S.A., ubicada en la 1era transversal de la avenida Mérida, zona industrial La Hamaca, Maracay, estado Aragua. El estudio se llevó a cabo en el departamento de logística, específicamente en el área de almacén de materias primas. Este trabajo abarcó un lapso de ocho (8) meses, período durante el cual se desarrolló la búsqueda de datos históricos de las MP de mayor impacto durante los últimos 3 años, demanda, tiempos de entrega y irregularidades encontradas en los inventarios anuales de los últimos 3 años, quedaron fuera de alcance las MP de menor importancia (las MP tipo B y tipo C) y los materiales de empaque.

Se estableció el control de inventario para un grupo de materias primas seleccionadas (tipo A) mediante el criterio de clasificación ABC, se analizaron los años 2012, 2013 y 2014; el estudio de la actividad de planificación, compra y producción, así como la implantación de estos controles en la organización no estuvo dentro de los objetivos de este trabajo, ya que la puesta en marcha de este estudio piloto, dependerá de la aprobación de la gerencia de logística y gerencia general (en el caso de adquisición de nuevos equipos de control), así como su aplicación al resto de las MP (tipo B y tipo C) y el material de empaque que ingresa a la planta.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

Olivos y Penagos (2013) indican la metodología de conteo físico de inventarios, de tal forma que afecte lo menos posible las operaciones de producción, también establecen la forma de escogencia de los artículos a revisar a través de la clasificación ABC, ya que es una herramienta práctica y sencilla de utilizar, disminuyendo así los faltantes y mejorando la rentabilidad de la compañía. Por medio de la clasificación ABC, los artículos no se tratan de igual manera, los artículos A se cuentan con mayor frecuencia que los artículos B, y los artículos B con mayor frecuencia que los artículos C. Adicionalmente, recomiendan realizar los conteos un día completo, al final de cada mes, trimestre, semestre o año. Este trabajo sirvió como guía para establecer el programa de conteo cíclico.

Arcusin y Rossetti (2012) en su investigación proponen la optimización del sistema de inventario en una empresa productora de fármacos, la finalidad no es satisfacer instantáneamente la demanda, sino que las empresas deben determinar el nivel apropiado de inventarios, buscando un equilibrio entre sus existencias y su costo de mantenimiento. Se analiza el funcionamiento de la logística y se diseña una metodología que permita realizar el estudio de criticidad de los suministros, determinando cuáles deben permanecer en existencia. La metodología más apropiada es el método de revisión periódica. Con la implementación de la propuesta, se logra minimizar tiempos y costos, derivados de la falta de suministros, costos de adquisición debido a la realización de compras planificadas. Este estudio sirvió como guía para la construcción de la metodología de trabajo y la elaboración de las políticas de inventario.

Toro y Bastidas (2011) exponen en su proyecto la metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodomésticos. El objetivo fundamental fue proponer una metodología que utiliza un enfoque multicriterio para clasificar las líneas, concentrando su estudio en las clasificadas como tipo A. Su metodología está comprendida en 3 etapas: análisis de la demanda mediante la evaluación de las series de tiempo que complementa la selección de control de inventarios, clasificación de los artículos determinando así el método de control para cada producto, y finalmente gestión de inventarios, estableciendo sistemas de pronósticos y sistemas de control (s, S), (R, s, S) o (s, Q). Con la ayuda de la simulación, se logra evaluar el impacto económico de la metodología, ya que se define una reducción en los costos por ruptura de inventarios del 50%, garantizando la satisfacción de la demanda pronosticada y un óptimo nivel del servicio al cliente. Esta investigación sirvió como guía para la construcción del marco metodológico, clasificación de los insumos según el criterio ABC, y el diseño de las políticas.

Reyes y Escorcía (2010) mencionan un sistema de control integral para mejorar el control del inventario, la metodología que emplearon se basó en la observación exhaustiva al todo el proceso, incluyendo maquinarias, operarios y actividades realizadas, en búsqueda de las causas que generen desperdicios, también establecieron propuestas y un sistema de control de las existencias, con el objeto de garantizar que el inventario se encuentre siempre actualizado. Adicionalmente, establecieron procedimientos y documentación, para reforzar el sistema de control propuesto. Este estudio sirvió como guía para el desarrollo de la metodología de investigación.

Flores (2010) presenta la terminología y funcionamiento de una planta de fabricación de productos farmacéuticos, el concepto de BPM y las normativas que deben cumplir todos los procesadores, distribuidores y almacenes de alimentos, industrias farmacéuticas y cosméticos; estas normativas aplican a cualquier empresa que desee garantizar sus productos en cuanto a calidad, eficacia y aceptación. Una

característica importante de las BPM, es que exige que todo proceso sea registrado e identificado de la manera correcta, menciona los efectos de confusiones y errores, causados principalmente por las personas, ya sea por etiquetado inadecuado, registros erróneos, entre otros. Este trabajo se empleó como guía para encontrar debilidades en el proceso de recepción y almacenamiento de las materias primas, siguiendo las BPM.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Inventarios

Ballou (2004) define el inventario como el conjunto de mercancías o artículos que contiene la empresa para comercializar con sus clientes, permitiendo la fabricación, compra y venta en un período económico determinado. Cabe destacar que los inventarios son muy importantes para los sistemas de contabilidad de mercancías, aparecen en el balance general en el grupo conocido como los activos circulantes (el activo mayor), y los gastos por inventarios, llamados costo de mercancías vendidas, son usualmente el gasto mayor en el estado de resultados.

Narasimhan Et al. (1996) consideran que el inventario consiste en las existencias de productos físicos que se conservan en un lugar y un momento determinado. Cada artículo diferente del inventario, se le denomina unidad de almacenamiento de existencias (SKU, Stock Keeping Unit), donde cada SKU tiene un número de unidades en existencia. Los inventarios son un puente de unión entre la producción y las ventas; las existencias de materias primas, productos semi-terminados y productos terminados tienen holgura cuando varían las ventas o los volúmenes de producción. Con un sistema de inventario toda organización puede realizar sus actividades de producción y compra economizando sus recursos, atender a sus clientes con mayor rapidez, optimizando todas las actividades de la empresa. Pero hay que tomar en cuenta el costo de almacenamiento, costo de almacenaje y el costo de oportunidad.

Revisando lo anterior, se tiene la necesidad de controlar los inventarios, ya que afectan la flexibilidad de la operación de una organización, como por ejemplo en la disponibilidad de las materias primas para la elaboración de un producto. La finalidad de un sistema de control de inventario es minimizar la inversión en el inventario, los costos de almacenamiento y las pérdidas por daños u obsolescencia. Así como conservar un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, y mantener un sistema eficiente de información del inventario. Para esto existen diferentes políticas de inventario que permiten establecer el control dependiendo de la naturaleza de los artículos, y si la demanda es constante o variable. A continuación se mencionan dichas políticas.

2.2.2. Políticas de inventario

Heizer y Render (2009) plantean que el origen del problema de los inventarios es colocar y recibir en forma repetida pedidos de determinados tamaños a intervalos de tiempo establecidos; debido a ello, una política de inventario debe responder dos preguntas: ¿Cuánto pedir? (cantidad económica de pedido) y ¿Cuándo pedir? (el tiempo entre los pedidos), con la finalidad de minimizar el costo total del inventario, definido de la siguiente forma:

$$CT = CO + CP + CC \quad (1)$$

siendo

CT: costo total del inventario (Bs/año)

CO: costo de ordenamiento (Bs/año)

CP: costo de posesión (Bs/año)

CC: costo de compra (Bs/año)

Adicionalmente, Heizer y Render (2009) definen los costos involucrados en el costo total de la siguiente manera:

Costo de ordenamiento: se le conoce como costo de ordenar, representa el costo fijo incurrido cuando se coloca un pedido. Es independiente de la cantidad pedida. Su unidad de medida es Bs/orden. Se determina de la siguiente manera:

$$CO = \frac{K * D}{Q} \quad (2)$$

siendo

K: costo de la orden o pedido (Bs/orden)

D: demanda anual de cada ítem (Kg/año)

Q: cantidad económica de pedido (Kg)

Costo de posesión: representa el costo de mantener una existencia de inventario en el almacén durante un período de tiempo. Por lo tanto, el costo de posesión comprende el costo de capital, el costo de almacenamiento, mantenimiento y manejo, costo de obsolescencia y pérdida o cualquier otro pago (Bs/tiempo). Generalmente son expresados en forma proporcional al inventario medio o a la inversión media del inventario. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$CP = H * \bar{I} \quad (3)$$

siendo

H: costos por mantener por mantener por unidad por año (Bs/Kg*año)

\bar{I} : inventario promedio (Kg)

Costo de compra: es conocido como el costo por adquirir las materias primas o bienes. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$CC = Cu * D \quad (4)$$

siendo

CC: costo de compra (Bs/año)

Cu: costo unitario (Bs/unidad)

Ahora bien, otra característica importante en cuanto a las políticas de inventario definida por Heizer y Render (2009), es el modelo de cantidad económica de pedido o también conocido como el modelo clásico de Wilson, una de las técnicas

más conocidas que se emplean para el control de inventarios, definida de la siguiente manera:

Cantidad económica de pedido o modelo de Wilson

Este modelo se basa en las siguientes premisas:

- ✓ La demanda es conocida y uniforme.
- ✓ La revisión del inventario es en forma continua.
- ✓ No se permite escasez.
- ✓ El pedido se recibe en un solo lote.
- ✓ Los costos son constantes.
- ✓ Los precios son constantes.
- ✓ La demanda es independiente.

A continuación se muestra en la figura 1 el uso del inventario a través del tiempo tomando en cuenta la premisas descritas anteriormente.

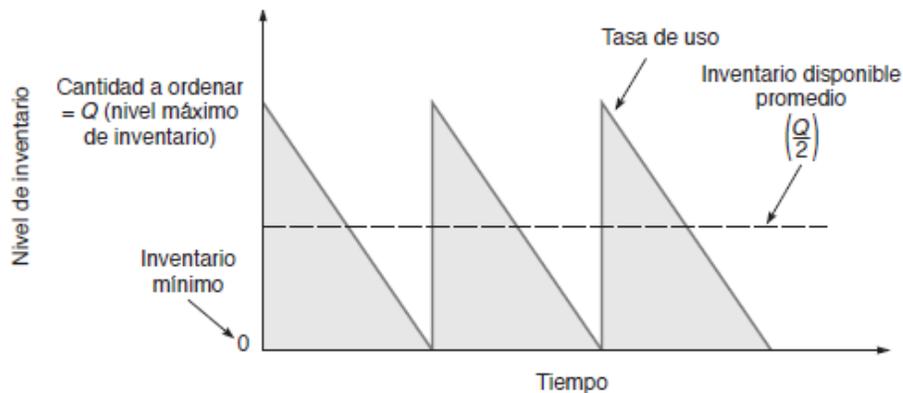


Figura 1 Cantidad económica de pedido

Fuente: Heizer y Render (2009)

El objetivo de este modelo es minimizar los costos totales con las premisas ya mencionadas; los costos significativos son el costo de ordenamiento y costo de

posesión, al minimizar estos se minimiza el costo total. En la figura 2 se muestra el costo total como función de la cantidad a ordenar.

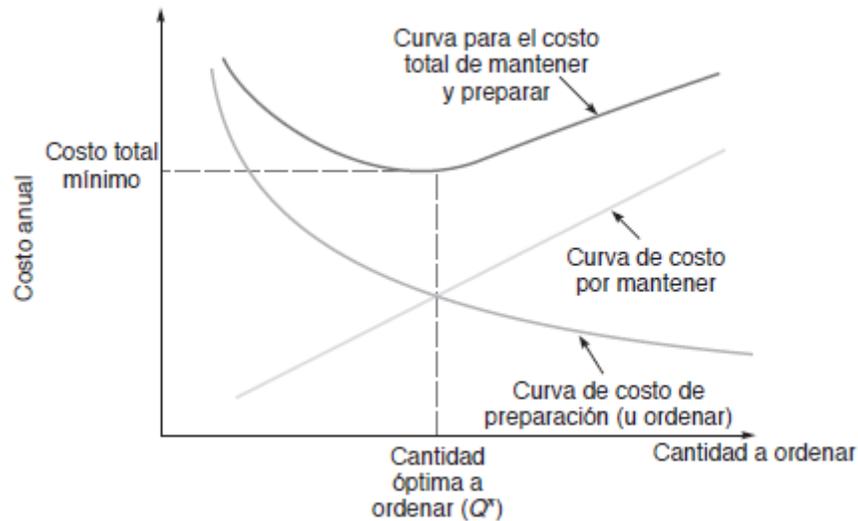


Figura 2 Costo total vs cantidad a ordenar

Fuente: Heizer y Render (2009)

Se puede observar que la cantidad óptima a ordenar aparece en el punto donde la curva de costo de ordenamiento se cruza con la curva de costo de posesión, es decir, el costo de ordenamiento es igual al costo de posesión. Se define la cantidad óptima de pedido y el costo total óptimo de este modelo de la manera siguiente:

$$Q \text{ óptimo} = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot K}{H}} \quad (5)$$

$$CT \text{ óptimo} = \sqrt{2 \cdot K \cdot D \cdot H} + C_u \cdot D \quad (6)$$

Ahora bien, es importante tomar en cuenta el tipo de inventario con el cual se desea trabajar, seguidamente se presentan los tipos de inventario.

2.2.3. Tipos de inventarios

Chapman (2006) clasifica los inventarios según su fuente de la demanda en:

Inventario de demanda independiente: cuando el origen de la demanda proviene de fuentes ajenas de la empresa, representada generalmente por un cliente externo, por lo general, los productos terminados son los que tienen este tipo de demanda, dado que dependen de las condiciones impuestas por el mercado y están fuera de control del ámbito de las operaciones dentro de la organización.

Inventario de demanda dependiente: es el caso donde el origen de la demanda que experimenta un producto depende de las negociaciones y acuerdos que se tomen entre el cliente y la empresa, a nivel del sistema de planificación de la producción.

También se puede clasificar los inventarios según su posición del inventario en el proceso:

Inventario de materia prima: es el inventario que debe ser adquirido para la fabricación de un determinado producto, por lo tanto, este tipo de inventario es aquel que no ha sido procesado aún y que es adquirido para darle valor agregado.

Inventario de producto en proceso: este tipo de inventario incluye a los materiales que han sido parcialmente procesados (poseen algún valor agregado), es decir, aún les falta ingresar a otros procesos para obtener el producto final, y atender la demanda de los clientes.

Inventario de producto terminado: el inventario de productos terminados contempla los productos finales que se han obtenido debido a una serie de transformaciones en cada etapa del proceso productivo. Generalmente dicho inventario se encuentra disponible (con la posible excepción del empaque) para atender la demanda de los clientes.

Inventario de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO): estos son los tipos de inventario que se necesitan para la producción, este tipo de inventario considera: artículos de consumo destinados en la operación de la industria (combustible, lubricantes, etc.), artículos y materiales de reparación y mantenimiento de las maquinarias y aparatos operativos.

Otro factor relevante para las políticas de inventario es clasificar los materiales, ya que no todos pueden ser tratados de la misma forma, para ello se describe a continuación una típica clasificación.

2.2.4. Distribución de los inventarios sistema ABC

Chapman (2006) considera que no todos los SKU son de igual importancia. El sistema ABC de planeación de inventarios o análisis de Pareto consiste en dividir los artículos del inventario, no existe ninguna regla estricta para clasificar los artículos A, B y C, se recomienda ordenarlos de mayor a menor, según su utilización monetaria anual. Donde el 20% de los SKU representará los artículos A; los que ocupan entre el 20 y 50% serán los artículos B, y los que se encuentren en el 50% inferior serán los artículos C. Generalmente sólo el 20% del total de los artículos, los artículos A pueden representar entre el 70 al 80% de la inversión anual de la compañía.

Los artículos A deben ser supervisados frecuentemente, en cambio los artículos C se ejercerá menor control y serán revisados con menor frecuencia, y los artículos B se manejan con mayor cuidado que los artículos C, aunque no se les verificará tan continuamente. Existen excepciones donde se debe elevar de clasificación a un artículo, en el caso donde el artículo requiera mucho tiempo de espera y que exista una penalización importante en caso de que llegue a faltar, cuando la falta de un artículo puede ocasionar el retraso de un envío de gran valor y se pone en juego la lealtad de los clientes.

Estos valores en realidad son referenciales pues varían según las necesidades y características de cada empresa. Además se debe pensar no sólo como criterio el costo, sino considerar otros que pudieran ser relevantes para la toma de decisiones. A continuación se muestra el típico diagrama de distribución ABC en la figura 3.

Resumiendo algunas consideraciones para cada clase serían las siguientes:

- ✓ Clase A: Se debe prestar especial atención a los artículos pertenecientes a esta clase, por lo que la gestión y el aprovisionamiento en general debe realizarse con cuidado y se debe considerar una adecuada previsión de estos a futuro. Deben estar sometidos a criterios de control físico más estrictos, y su pronóstico de requerimientos debe requerirse con más cuidado.
- ✓ Clase B: La gestión es de rutina con menor importancia de provisión de la demanda que las de clase A. Deben estar sometidos a criterios de control físico menos estrictos.
- ✓ Clase C: Existe poco esfuerzo en pronosticar la demanda pero no se debe tener un mínimo de existencia requerido para el mismo.

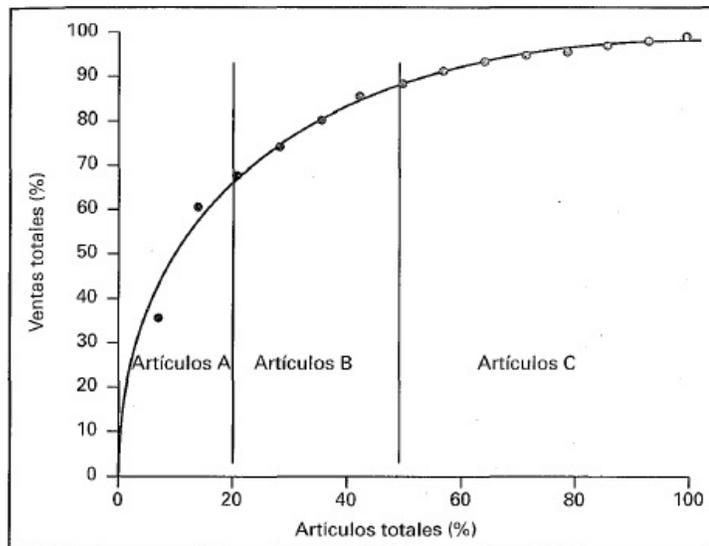


Figura 3 Clasificación ABC

Fuente: Ballou (2004)

Según lo recomendado por Ochoa (1991), se debe seguir un esquema organizado para la clasificación:

- ✓ Obtener el costo total de cada artículo, éste no es el precio del artículo, hay que agregarle otros costos como: fletes, seguros, acarreo, etc.; de acuerdo a la política contable de la empresa.

- ✓ Calcular el volumen requerido anualmente, a través análisis histórico o pronósticos.
- ✓ Calcular el costo global de las existencias de cada artículo, siendo el producto del costo total unitario del artículo por el volumen requerido.
- ✓ Listar los artículos en sentido ascendente.
- ✓ Calcular el porcentaje con que cada artículo contribuye al costo total de las existencias.
- ✓ Clasificar cada renglón de acuerdo a los criterios A, B y C.
- ✓ Establecer sistemas de control muy estrictos para los artículos A (alto costo, bajo volumen, aquellos que pueden interrumpir las operaciones o generen penalización).
- ✓ Aplicar controles normales a los artículos B y simples a los artículos C.
- ✓ Revisar periódicamente la clasificación, ya que pueden existir cambios en los volúmenes (demanda), cambios de precio (mercado), sustituciones y pérdidas.

Una de las herramientas más comunes para un sistema de control del inventario es el método de conteo cíclico, el cual permite determinar las fallas a tiempo. A continuación se explica esta técnica de control.

2.2.5. Método de conteo cíclico

Chapman (2006) indica que el método de conteo cíclico se basa en contar cada artículo durante un ciclo definido a lo largo del año. Se debe capacitar personal específicamente para la comprensión de los sistemas y procesos de la empresa. Generalmente este procedimiento se realiza en lugar del conteo de inventario físico anual, y no como actividad adicional a éste. El propósito fundamental del conteo cíclico es identificar la causa del registro erróneo y corregir el proceso, de tal forma de asegurar una mayor probabilidad de que los registros se mantengan correctos entre los períodos de conteo.

Los principales propósitos del conteo cíclico son:

- ✓ Identificar las causas de errores en los registros.
- ✓ Corregir las condiciones que ocasionan los errores dentro de los procesos.
- ✓ Mantener un alto nivel de precisión en los registros de inventario, tanto en lo referente a cantidades como en lo relativo a ubicación de los artículos.
- ✓ Proporcionar un informe correcto de los activos al sistema contable.

Las ventajas de emplear el método de conteo cíclico efectivo son:

- ✓ Las operaciones en los departamentos involucrados no tienen que suspenderse.
- ✓ El inventario físico anual puede eliminarse.
- ✓ Los errores pueden identificarse a tiempo.
- ✓ Las causas de los errores pueden rastrearse y corregirse de manera más efectiva y rápida.
- ✓ Es posible ajustar los registros a lo largo del año, según sea necesario
- ✓ La precisión general de los registros suele mejorar de manera considerable.
- ✓ Es factible obtener informes correctos de los activos a lo largo del año, sin que se presenten sorpresas de disminución del inventario al final del período.
- ✓ Los responsables del conteo cíclico ganan experiencia, realizan la actividad cada vez más confiables y pueden convertirse en peritos en resolución de problemas relacionados con procesos.

2.2.6. Pronósticos

Heizer y Render (2009) establecen que realizar un pronóstico es predecir los eventos futuros, puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Los pronósticos no son perfectos, su monitoreo y preparación son costosos, y consumen tiempo. Existen 3 tipos de pronósticos según el tiempo, a corto plazo, mediano plazo y largo plazo, estos se describen a continuación:

- ✓ Pronóstico a corto plazo: tiene una extensión de tiempo de hasta 1 año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Generalmente se emplea para planear las compras, programar el trabajo y determinar niveles de mano de obra.
- ✓ Pronóstico a mediano plazo: tiene una extensión de entre 3 meses y 3 años. Se utiliza para planear la producción, las ventas, el presupuesto y el flujo de efectivo.
- ✓ Pronóstico a largo plazo: su extensión es de 3 años o más. Se emplean para planear la fabricación de nuevos productos, expansión de las instalaciones, y para investigación y desarrollo.

Heizer y Render (2009) mencionan que hay dos enfoques generales para pronosticar, un enfoque es el análisis cuantitativo; el otro es el enfoque cualitativo. Los pronósticos cuantitativos utilizan una variedad de modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos, por ejemplo: análisis de series de tiempo, promedio móvil, suavizado exponencial, método de Holt, método de Winter, entre otros. Los pronósticos cualitativos, generalmente se usan cuando no existe información histórica o se tiene muy pocos datos, incorporan factores como las emociones, la intuición y las experiencias personales para llegar a un pronóstico, por ejemplo: encuestas y método de Delphi. También mencionan que existen métodos de simulación, estos métodos imitan las elecciones del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico. Algunas empresas combinan varios métodos para crear un pronóstico combinado, resulta más efectivo en la mayoría de los casos.

Chopra y Meindl (2008) indican que la medición de los pronósticos a través de las series de tiempo se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura. Estos métodos son apropiados cuando la demanda futura está relacionada con la demanda histórica, los patrones de crecimiento y los patrones estacionales. En todos los métodos de pronóstico existe siempre el elemento aleatorio que no puede ser explicado con los patrones de la

demanda histórica. La demanda observada puede dividirse en un componente sistemático y otro aleatorio:

$$DO = S + R \quad (7)$$

siendo

DO: demanda observada

S: componente sistemático

R: componente aleatorio

El componente sistemático mide el valor esperado de la demanda y consiste en lo que se llama nivel; tendencia, a la tasa de crecimiento o descenso en la demanda para el período siguiente; y la estacionalidad, las fluctuaciones estacionales predecibles en la demanda.

Según Chopra y Meindl (2008) los pronósticos a largo plazo son menos precisos que los de corto plazo; debido a que los primeros tienen una desviación estándar mayor con relación a la media que los segundos, es por esta razón que el pronóstico que se realiza en este trabajo es como referencia y debería aplicarse trimestralmente para obtener mejores resultados con respecto a la realidad. Seguidamente se presentan los métodos de pronósticos que se compararon para usar el más adecuado.

Método de promedio móvil

Heizer y Render (2009) indican que la utilización de este método supone que los datos de la serie de tiempo son estables, es decir, que no presentan variaciones importantes entre un valor y otro, y que todos los datos tienen el mismo peso, es decir, que el comportamiento de los datos muestren un crecimiento o decrecimiento constante.

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum X_n}{n} \quad (8)$$

siendo

X_n : n valores de datos más recientes

n: número de períodos.

El promedio se mueve en el tiempo en el sentido de que al transcurrir un período, la demanda del período más antiguo se descarta, y se agrega la demanda para el período más reciente para la siguiente operación. No existe una regla específica que indique como seleccionar los períodos, puede variar de 2 a 10 generalmente.

Método de promedio móvil ponderado

Heizer y Render (2009) establecen que este método se utiliza cuando se presenta una tendencia o patrón localizable, pueden utilizarse ponderaciones para dar más peso a los valores recientes. Para la elección de las ponderaciones no existe una fórmula establecida, es decir, es arbitraria y requiere de cierta experiencia, ya que si se pondera demasiado alto, el pronóstico puede reflejar un cambio inusual. La ecuación para el cálculo del pronóstico es la siguiente:

$$\text{Promedio móvil ponderado} = \frac{\sum P_n * D_n}{\sum p} \quad (9)$$

siendo

P_n : ponderación para el período n.

D_n : demanda en el período n.

p: ponderaciones.

Método de suavizado exponencial

Chopra y Meindl (2008) establece que este método pronostica otorgando una ponderación a los datos, dependiendo del peso que tengan dentro del cálculo del pronóstico. Esta ponderación se lleva a cabo mediante la asignación de un valor a la constante de suavización α . El modelo de los pesos es de forma exponencial. Esta técnica considera que las observaciones recientes tienen más valor, por lo que le

otorga mayor peso dentro del promedio. El modelo básico de suavización exponencial se presenta a continuación:

$$F_{t+1} = \alpha * Y_t + (1-\alpha) * F_t \quad (10)$$

siendo

α : constante de suavizamiento, $0 < \alpha < 1$

F_{t+1} : es el valor pronosticado de la serie de tiempo para el período de t+1.

Y_t : es el valor real del período anterior al año a pronosticar.

F_t : es el valor real de dos períodos anteriores al año a pronosticar.

t: número de períodos.

Método de Holt

Chopra y Meindl (2008) también lo define como método de suavizado doble exponencial con corrección por tendencia, este método no considera estacionalidad, se obtienen los valores iniciales por medio del cálculo de regresión lineal entre la demanda y el período. Las ecuaciones asociadas para el cálculo del pronóstico son las siguientes:

$$L_{t+1} = \alpha * D_{t+1} + (1-\alpha) * (L_t + T_t) \quad (11)$$

$$T_{t+1} = \beta * (L_{t+1} - L_t) + (1-\beta) * T_t \quad (12)$$

$$F_{t+1} = L_t + T_t \quad (13)$$

siendo

α : constante de suavizamiento para el nivel, $0 < \alpha < 1$

β : constante de suavizamiento para la tendencia, $0 < \beta < 1$

L_t : es el nivel al tiempo t.

T_t : es la tendencia al tiempo t.

D_t : es la demanda en el tiempo t.

F_t : es el valor pronosticado al tiempo t.

t: número de períodos.

Método de Winter

Chopra y Meindl (2008) establecen que la meta de cualquier pronóstico es predecir el componente sistemático y estimar el componente aleatorio. Para el caso del método de Winter define que el componente sistemático está afectado por tres factores: nivel (α), tendencia (β) y el factor estacional (γ). Dependiendo de la naturaleza de la demanda, la ecuación para calcular el método sistemático puede ser multiplicativa, aditiva o mixta. Para el caso en estudio se utiliza la forma aditiva, se obtienen los valores iniciales por medio del cálculo de regresión lineal entre la demanda y el tiempo. Las ecuaciones asociadas para el cálculo del pronóstico son las siguientes:

$$L_t = \alpha \cdot (D_t - S_t) + (1 - \alpha) \cdot (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (14)$$

$$T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad (15)$$

$$S_{t+p} = \gamma \cdot (D_t - L_t) + (1 - \gamma) \cdot S_t \quad (16)$$

$$F_{t+n} = L_t + (n \cdot T_t) + S_{t+n} \quad (17)$$

siendo

α : constante de suavizamiento para el nivel, $0 < \alpha < 1$

β : constante de suavizamiento para la tendencia, $0 < \beta < 1$

γ : constante de suavizamiento para la estacionalidad, $0 < \gamma < 1$

L_t : es el nivel al tiempo t.

T_t : es la tendencia al tiempo t.

S_t : es la estacionalidad al tiempo t.

D_t : es la demanda en el tiempo t.

F_t : es el valor pronosticado al tiempo t.

t: número de períodos.

n: número de pronósticos.

Para el cálculo de los pronósticos a través de las serie de tiempo, el comportamiento de cada materia prima al transcurrir los años es totalmente distinta, no sigue una tendencia creciente o decreciente, se descarta el método de promedio móvil, el promedio móvil ponderado no refleja muy bien las tendencias porque son promedios, no predicen los cambios hacia niveles más altos ni más bajos, también queda descartado, y el método de suavizado exponencial genera errores de pronóstico muy altos, a pesar que toma en cuenta la constante de suavizamiento. El método de Winter (considera la constante de suavizamiento para el nivel, tendencia y estacionalidad) y el método de Holt (considera la constante de suavizamiento para el nivel y tendencia), estos presentaron valores más bajos tanto en el error del pronóstico y señal de rastreo, por tanto son los métodos con los cuales se trabajó, en algunos códigos el método de Holt y el resto con el método de Winter.

Error del pronóstico

Chopra y Meindl (2008) definen el error del pronóstico como la diferencia entre el valor de la demanda pronosticada y la actual. Una medida de error del pronóstico es la desviación absoluta media (MAD), es el error promedio en los pronósticos, mediante el uso de valores absolutos, se calcula de la siguiente forma:

$$MAD_t = \frac{1}{n} * \sum_{t=1}^n |F_t - D_t| \quad (18)$$

siendo

n: número total de períodos.

Adicionalmente Chopra y Meindl (2008) utilizan la señal de rastreo (TS_t), es el cociente entre el sesgo y el MAD, se calcula de la siguiente manera:

$$TS_t = \frac{1}{MAD_t} * \sum_{t=1}^n (F_t - D_t) \quad (19)$$

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel y diseño de la investigación

El nivel de investigación según Méndez (2011) es de tipo descriptivo “se identifican características del universo de investigación, se señalan formas de conducta y actitudes del total de la población investigada, se establecen comportamientos concretos y se descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación” (Méndez, 2011, p. 231), así como delimitar los hechos que conforman la investigación.

En (UPEL, 2006) se establece que una investigación de campo se basa en la recolección de datos de forma directa de la realidad o en registros originales (históricos), para su análisis a través de procedimientos estadísticos y/o modelos matemáticos. El proyecto realizado fue un estudio descriptivo y de campo ya que el principal interés del proyecto, fue encontrar las fallas del control de inventario y plantear nuevas políticas que solucionen dicho problema.

Adicionalmente, Méndez (2011) establece diferentes métodos de investigación, de los cuales se utiliza: (a) el método de observación, para identificar características existentes en el objeto de estudio orientado por un esquema de trabajo, (b) el método de análisis lo que permite conocer cada uno de los aspectos a desarrollar que forman parte de la realidad, sus causas y efectos de cada elemento, (c) el método de síntesis, que permite relacionar los componentes del problema y se crean explicaciones a partir de su estudio.

3.2. Fuentes y técnicas para la recolección de información

En la investigación se utilizaron diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de datos, basándose en las siguientes fuentes:

3.2.1. Fuentes primarias

Las técnicas para la obtención de información que se emplearon son: (a) observación participante con el fin de obtener una percepción confiable, directa y objetiva, cuya finalidad es obtener datos claves sobre el desarrollo de las operaciones de logística, (b) entrevistas con las personas del departamento de logística, almacén y finanzas, las cuales se encuentran afectadas con el problema en estudio.

3.2.2. Fuentes secundarias

Son las fuentes básicas de información, se utilizaron para la recopilación de la información tales como: libros, revistas, manuales, informes, trabajos de grado relacionados con el tema, procedimientos estándar de operación (SOP) establecidos por la empresa y registros del sistema SAP.

3.3. Diseño de instrumentos para la recolección de información

Se empleó la observación directa y la entrevista estructurada con la finalidad de recolectar los datos históricos de las MP, se entrevistó al personal de los diferentes departamentos involucrados en la planeación y control de inventario, entre ellos están: los supervisores, analistas, jefe y gerentes de las áreas de almacén, logística y finanza, para determinar la situación actual de las políticas de inventario.

3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Para el análisis de las diferentes variables a tomar en cuenta en la técnica ABC se utilizaron tablas y gráficos para variables como demanda (Kg), precio unitario por cantidad (importe), entre otros.

3.5. Fases de la investigación

Este proyecto se basa en cuatro fases de la investigación descritas a continuación:

Fase I: Descripción de la situación actual del almacén de materias primas.

Se realizó un recorrido por las instalaciones del almacén, se evaluó el proceso de recepción y almacenamiento de las materias primas, desde que surge la necesidad de la compra de las mismas hasta su almacenamiento en planta. Igualmente se evaluó procedimiento para el proceso de dispensado de las materias primas para la fabricación de medicamentos.

Fase II: Analizar las posibles causas para la determinación de los desajustes de inventario de materias primas seleccionadas.

Basándose en la bibliografía de investigación de operaciones y de inventario, trabajos existentes del tema en estudio, y revisar los procedimientos estándar de operación de solicitud de pedido de las MP, recepción de materiales, control y registros en el almacén, establecidos por la empresa contra los procesos reales en ejecución. Se tomaron notas de las observaciones, y posibles mejoras suministradas por el personal entrevistado y por la observación participante, para determinar el estado actual de las políticas de inventario existentes en la empresa.

Fase III: Proponer un sistema de control para evitar los desajustes en las materias primas seleccionadas.

Se analizaron las materias primas según la técnica ABC, evaluando diferentes parámetros como: precio unitario y cantidad. Se clasificaron en tres categorías según su porcentaje de importe, y se seleccionaron las de mayor impacto (las MP tipo A). Posteriormente se establecieron 3 propuestas de mejoras, con la finalidad de mantener el nivel óptimo del inventario, a través del control y registro de cada movimiento en el almacén en tiempo real con apoyo de la tecnología.

Fase IV: Evaluación económica de las propuestas de mejora.

Se realizó un estudio de necesidades a nivel de papelería, equipos de oficina, equipos para el almacén (balanzas, impresoras de etiquetas con código de barra, lectores de código de barra), traslados, viáticos, refrigerios, contratación de servicios, entre otros, dependiendo de la propuesta en estudio.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Descripción de la situación actual

El proceso comienza cuando el analista de planificación, evalúa los resultados del MRP obtenido por el sistema SAP, y crea las solicitudes de pedido de las MP para la producción; luego el departamento de compras coloca la orden de compra y notifica al asistente administrativo del almacén de MP la fecha tentativa de llegada de las mismas, transcurrido el tiempo acordado con el proveedor se recibe la materia prima en la planta a través del almacén.

El procedimiento para la recepción y almacenamiento de las MP, de acuerdo a las buenas prácticas de almacenamiento de productos farmacéuticos, para garantizar la integridad en cuanto a cantidad, descripción y apariencia física es representada en la Figura 4.

Procedimiento para la recepción y almacenamiento de las MP

- 1.** El vigilante revisa la guía de carga del proveedor, factura, copia de orden de compra, y toda la documentación que trae el transportista de las MP a entregar.
- 2.** Notifica al asistente administrativo la llegada del proveedor.
- 3.** El vigilante autoriza la entrada al área de descarga correspondiente.
- 4.** El transportista entrega documentos tales como factura, orden de compra, certificado de calidad y hojas de seguridad al ayudante de almacén encargado de la recepción.
- 5.** El ayudante de almacén entrega todos los documentos entregados por el transportista al asistente administrativo.
- 6.** El asistente administrativo verifica los documentos en cuanto a orden de compra, cantidad, proveedor a través del sistema SAP.

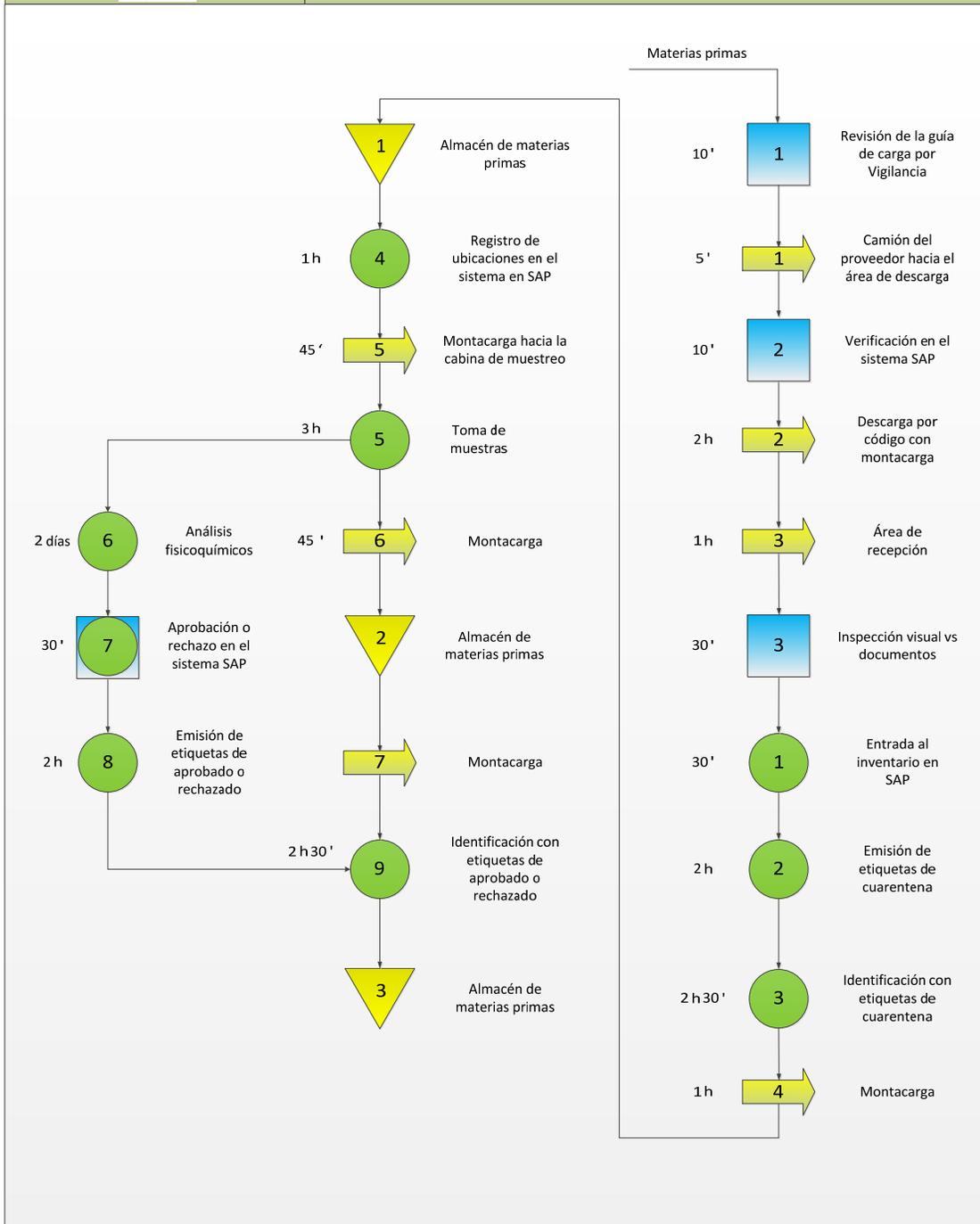


Figura 4 Diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

- 7.** Una vez verificada la documentación, de estar conforme la entrega al ayudante de almacén para la recepción de las MP; de lo contrario notifica al departamento de compras para que autorice o no la recepción.
- 8.** El ayudante de almacén descarga las MP por código y lote ordenándolos en las áreas de recepción para su posterior identificación y almacenaje.
- 9.** Compara los datos del proveedor de los contenedores (nombre de la materia prima, número de lote y fecha de vencimiento) contra los reflejados con el certificado de calidad.
- 10.** Transcribe al formato de recepción de materiales (anexo 1), nombre de la materia prima, las cantidades, número de lote del proveedor, cantidad de bultos y/o paletas, número de etiquetas a imprimir, fecha y número de factura.
- 11.** El ayudante de almacén entrega el formato de recepción de materiales (anexo 1) y la documentación recibida al supervisor de almacén de materias primas para su revisión.
- 12.** De ser aprobados, el ayudante de almacén entrega la documentación al asistente administrativo.
- 13.** Entrega factura firmada y sellada por parte del ayudante de almacén en señal de conformidad al transportista.
- 14.** El asistente administrativo realiza el proceso de entrada al inventario en el sistema SAP, el cual genera un vale de entrada de mercancías.
- 15.** Saca 3 juegos de copias para su posterior distribución.
- 16.** Entrega original de vale de entrada, factura y orden de compra al departamento de finanzas.
- 17.** De los 3 juegos de copias: entrega uno a los inspectores de control de calidad para su posterior muestreo, otro juego de copias para el ayudante de almacén y el último juego de copias lo coloca en el archivo temporal.
- 18.** Emite las etiquetas de cuarentena a través del sistema SAP, y entrega las mismas al ayudante de almacén.
- 19.** El ayudante de almacén coloca las etiquetas de cuarentena a cada bulto recibido de materia prima.

- 20.** Ubica las materias primas en los espacios disponibles en el almacén en forma aleatoria.
- 21.** Anota el número de ubicaciones utilizadas en el formato de recepción de materiales (anexo 1).
- 22.** Entrega al asistente administrativo el formato de recepción de materiales (anexo 1), debidamente lleno.
- 23.** El asistente administrativo procede hacer las transacciones para ubicar en el sistema SAP, las ubicaciones donde el ayudante del almacén colocó los materiales recibidos y luego actualiza el archivo temporal.
- 24.** Si es necesario algún cambio de ubicación de las MP las realiza el supervisor del almacén de materias primas.
- 25.** El inspector de control de calidad toma la cantidad de muestra necesaria en la cabina de muestreo, para el análisis fisicoquímico y /o microbiológico de cada bulto de MP recibidas.
- 26.** Entrega al laboratorio de control de insumos las muestras para su análisis.
- 27.** El analista de laboratorio de control de insumos analiza las MP recibidas y da su veredicto.
- 28.** De resultar conforme, aprueba en el sistema SAP las MP y emite las etiquetas de aprobado; de ser no conforme notifica al jefe de laboratorio de insumos, rechaza en el sistema SAP e emite las etiquetas de rechazo.
- 29.** El jefe de laboratorio de insumos notifica a los departamentos de compras, planificación y producción del rechazo del mismo.
- 30.** El inspector de control de calidad coloca las etiquetas de aprobado o rechazado a las MP analizadas con ayuda de los ayudantes de almacén.

Para el proceso de dispensado de las materias primas para la fabricación de los medicamentos es representada en la Figura 5.

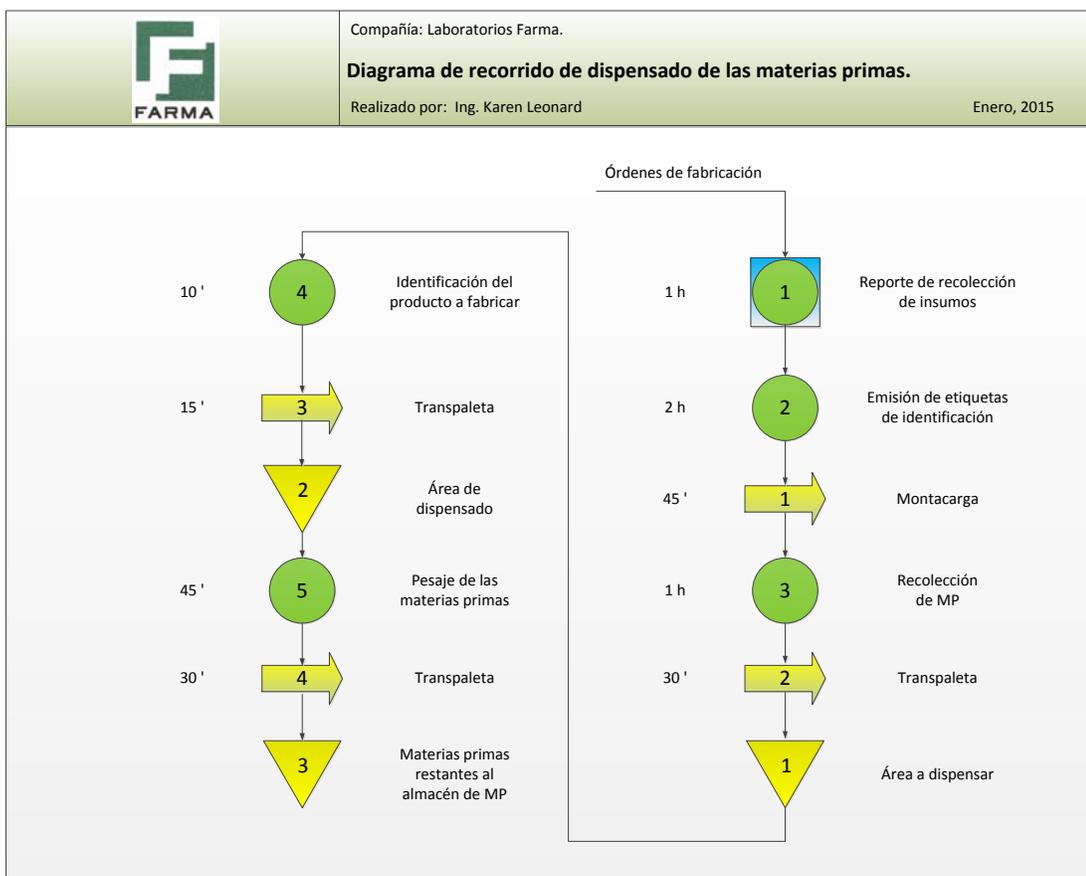


Figura 5 Diagrama de recorrido de dispensado de las materias primas

Fuente: Elaboración propia

Proceso de dispensado de las MP

1. Después de la aprobación e identificación de las MP el departamento de producción genera las órdenes de fabricación.
2. El analista de producción entrega las órdenes de fabricación al supervisor de almacén de materias primas.
3. El supervisor de almacén de materias primas genera los reportes de recolección de insumos y elaboración etiquetas de identificación de las materias primas a dispensar a través del sistema SAP.
4. El supervisor de almacén de materias primas asigna a los ayudantes de almacén para la preparación de las materias primas que van a ser entregadas al área de dispensado.

5. Los ayudantes de almacén ubican las materias primas y colocan en el área a dispensar en una paleta.
6. Identifican la paleta con el nombre del producto a fabricar, presentación, número de lote y número de orden de producción.
7. Entregan el material al área de dispensado, etiquetas de identificación y documentación.
8. Luego de pesadas las MP por el área de dispensado, los ayudantes de almacén ubican nuevamente los restantes de las MP en las ubicaciones previamente establecidas.

4.2. Diagnóstico de las causas posibles para la determinación de los desajustes de inventario

Se hizo un recorrido por las áreas de recepción de materias primas y dispensado, para evidenciar las causas posibles de los desajustes del inventario a través de los diferentes procesos de manipulación de las materias primas mencionadas en el punto 3.3 y 4.1.

También se entrevistó al personal de almacén y finanzas con la finalidad de realizar una tormenta de ideas y construir un diagrama de causa-efecto (Figura 6), el cual permite diagnosticar las causas de los desajustes del inventario MP.

Se realizó una jerarquización de las causas principales de los desajustes de inventario, basándose en reuniones con el departamento de finanzas y contabilidad, en conjunto con la revisión de los informes anuales de los inventarios realizados en años anteriores, logrando así establecer las causas medibles y no medibles del diagrama causa-efecto (Figura 6).

En la Figura 6 se muestran las causas posibles de los desajustes de inventario, divididas de la siguiente manera: la primera es el control interno, la causa principal es la ausencia de verificación continua de las MP, ya que no se tiene planificado una verificación como el conteo cíclico y sólo se realiza un inventario anual; la segunda es el personal, su causa principal es la falta de capacitación del personal, así el supervisor puede delegar funciones para registrar los movimientos en el sistema SAP en tiempo real; la tercera es la recepción de las MP, su causa principal es el error en la revisión de las MP, dado que no hay control de pesaje en los pesos netos que ingresan a la planta por política de la empresa, para agilizar el proceso de recepción a la hora de su descarga.

La cuarta son las materia primas, éstas presentan dos causas importantes: una es la inconsistencia entre las ubicaciones registradas en el sistema SAP y lo existente en físico, ya que se hacen cambios de ubicación al momento de dispensar o muestrear y al devolverlo al almacén lo ubican en la posición disponible que consiguen, sin dejar registro del cambio de posición; y la segunda es la identificación de las materias primas no acorde con el procedimiento estándar de operación (S.O.P.), porque los cambios de estatus de las MP de cuarentena al estatus de aprobado o rechazado se hacen por el sistema SAP, posteriormente se imprimen las etiquetas que son pegadas por los inspectores de control de calidad según su disponibilidad, con apoyo de los ayudantes del almacén.

La quinta es la maquinaria, su causa principal es la falta de calibración de las balanzas, ya que esto puede influir en los sobrantes o mermas. La última espina son las materias primas a dispensar según orden de producción, y su causa principal es el error al pesar las materias primas sobrantes, debido a que se consiguieron diferencias en las cantidades sobrantes de las MP existentes y lo registrado en el sistema SAP.

Resumiendo las posibles causas más influyentes que serán estudiadas en el punto 5.4 son las siguientes:

1. Ausencia de verificación continua de las MP (falta de conteo cíclico).
2. Falta de capacitación del personal.
3. Error en la revisión de las MP (control de pesaje de lo recibido).
4. Inconsistencia entre las ubicaciones registradas en el sistema SAP y lo existente en físico (cambios de ubicación sin registro).
5. Identificación de las materias primas no acorde con el S.O.P. (estatus de aprobado o rechazado).
6. Falta de calibración de las balanzas.
7. Error al pesar las materias primas sobrantes.

El resto de las causas reflejadas en la Figura 6 son errores del sistemas o causas no medibles en cada espina como consecuencia del procedimiento utilizado para la recepción de las materias primas y el dispensado de las mismas.

CAPÍTULO V

PROPUESTAS DE MEJORAS

5.1 Clasificación de las materias primas

Se realizó una evaluación de las 249 materias primas, donde se encontraron 100 que son ajustadas; a estas se les aplicó la clasificación ABC para establecer cuales materias primas (MP) van a ser estudiadas. Se tomó en cuenta el total del importe según las existencias actuales 2014, es decir, el precio estándar de las MP multiplicado por la existencia promedio. Para establecer la clasificación se consideró el porcentaje del importe de cada materia prima, se aplicó la clasificación ABC ordenando de mayor a menor, siendo las tipo A las MP que representan el 60,74% del total del importe de las MP ajustadas, las MP tipo B representan el 30,23% de las MP ajustadas y las MP tipo C representan el 9,03%.

Por políticas de confidencialidad de la empresa se impide revelar la información de los suministros explícitamente, motivo por el cual los nombres de las materias primas se presentan a través de códigos.

En el anexo 2 se detalla los porcentajes del importe de cada materia prima y su respectiva clasificación ABC.

Analizando la tabla 1 (anexo 2) se pueden observar que las MP de mayor impacto son las clasificadas como tipo A, las cuales están conformadas por 13 MP que serán estudiadas según las políticas de inventario pertinentes para cada una de ellas. La tabla 2 resume las MP a estudiar.

Tabla 2 Materias primas tipo A

N°	Material	Importe (Bs*Kg)	% Importe	ABC
1	P0556	5137975,165	17,14%	A
2	P0020	2163058,27	7,22%	A
3	P0204	1771364,186	5,91%	A
4	P0614	1593373,935	5,32%	A
5	P0277	1149537,748	3,83%	A
6	P0586	969600,3098	3,23%	A
7	P0588	920452,0647	3,07%	A
8	P0173	916740,7846	3,06%	A
9	P0487	902845,5453	3,01%	A
10	P0300	773299,9353	2,58%	A
11	P0261	647826,3484	2,16%	A
12	P0501	636113,4718	2,12%	A
13	P0221	625298,5877	2,09%	A

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la planta posee un departamento de desarrollo e investigación, cada año se producen nuevos productos, por tanto se reciben nuevas materias primas al almacén, razón por la cual se debe reevaluar la clasificación ABC anualmente, para incluir las nuevas materias primas a la misma.

5.2. Sistema de control para evitar los desajustes en las materias primas seleccionadas

Luego de realizar un diagnóstico inicial de las posibles causas de los desajustes de inventario (punto 4.2), estableciendo una jerarquización de las causas más importantes de cada espina del diagrama causa-efecto (figura 4 de la página 31), de las cuales se destacaron 7 posibles causas más influyentes, el plan de acción a seguir es el siguiente:

- ✓ Realizar una inspección en el almacén de las MP.
- ✓ Identificar o no las 7 posibles causas obtenidas del diagnóstico inicial.
- ✓ Establecer las brechas existentes.
- ✓ Diseñar las propuestas de mejora.

Inspección del almacén de materias primas

Se realizó una inspección en el almacén de las MP, para poder cerciorarse de la organización, identificación y segregación de las mismas, con la finalidad de verificar la consistencia entre los saldos físicos y teóricos del sistema SAP a través de una toma física de inventario a las MP tipo A.

La inspección se llevó a cabo de la siguiente manera:

- ✓ La toma física de inventario de las 13 MP tipo A se planificó para el inicio de la jornada de trabajo.
- ✓ El listado de la muestra fue generado de forma automática por el sistema SAP, los ítems a inventariar se encontraban ubicados en el almacén de Planta.
- ✓ Se examinaron 141 ubicaciones que representan las 13 MP tipo A.
- ✓ Se contó con el apoyo del personal de almacén de MP (2 personas).
- ✓ Se utilizó un montacarga para la actividad.
- ✓ Tiempo de duración de la inspección 1 día.

También se revisó los certificados de las balanzas y se encontraban actualizados según su plan de calibración externo, el cual es realizado semestralmente, es decir, que no es una causa de desajuste (causa 6 del punto 4.2), sin embargo se recomienda hacer una verificación trimestral debido a su uso continuo y que es un punto crítico para mantener la veracidad de la información suministrada.

Como resultado del recorrido por las instalaciones del almacén de las materias primas, se observó ciertas irregularidades cuantificadas en la tabla 3:

Tabla 3 Resultados inspección vs histórico (parte 1)

	Código Años	P0556		P0020		P0204		P0614		P0277		P0586		P0588	
		N° UI	% TUI												
Restos y originales de material en ubicaciones físicas diferentes a las ubicaciones asignadas en el sistema SAP.	2012	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,1	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8
	2014	1	0,7	0	0,0	0	0,0	3	2,1	2	1,4	3	2,1	3	2,1
No hay el registro de los movimientos de las MP en el sistema SAP en los casos de modificación de ubicaciones.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1	0,7	2	1,4	1	0,7
Material con etiqueta de aprobado y en sistema SAP se encuentra en estatus de rechazo, fuera de las ubicaciones establecidas.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0
Materiales aprobados a nivel de SAP, identificados con etiquetas de cuarentena.	2012	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	0	0,0	1	0,7	1	0,7	1	0,7	0	0,0	1	0,7	1	0,7
Materiales cuya documentación no corresponde a la cantidad física y presentan mermas.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	1	0,7	1	0,7

N° UI: Número de unidades inconsistentes

% TUI: Porcentaje en bases al total de las ubicaciones inventariadas

Tabla 3 Resultados inspección vs histórico (parte 2)

	Código	P0173		P0487		P0300		P0261		P0501		P0221	
		N° UI	% TUI										
Restos y originales de material en ubicaciones físicas diferentes a las ubicaciones asignadas en el sistema SAP.	2012	5	1,9	2	0,8	0	0,0	1	0,4	2	0,8	6	2,3
	2013	2	0,8	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	0	0,0
No hay el registro de los movimientos de las MP en el sistema SAP en los casos de modificación de ubicaciones.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	0	0,0	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Material con etiqueta de aprobado y en sistema SAP se encuentra en estatus de rechazo, fuera de las ubicaciones establecidas.	2012	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Materiales aprobados a nivel de SAP, identificados con etiquetas de cuarentena.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	2	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Materiales cuya documentación no corresponde a la cantidad física y presentan mermas.	2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2013	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2014	1	0,7	1	0,7	0	0,0	1	0,7	0	0,0	2	1,4

N° UI: Número de unidades inconsistentes

% TUI: Porcentaje en bases al total de las ubicaciones inventariadas

- ✓ Restos y originales de material en ubicaciones físicas diferentes a las ubicaciones asignadas en el sistema SAP, consecuencia de las causas 1, 2 y 4 descritas en el punto 4.2.
- ✓ Fortalecer el conocimiento de la importancia en la identificación y ubicación correcta de las MP en los racks, a través de cursos de buenas prácticas de manufactura.
- ✓ No hay el registro de los movimientos de las MP en el sistema SAP en los casos de modificación de ubicaciones, consecuencia de las causas 1, 2 y 4 descritas en el punto 4.2.
- ✓ Material con etiqueta de aprobado y en sistema SAP se encuentra en estatus de rechazo, fuera de las ubicaciones establecidas, consecuencia de las causas 1 y 5 descritas en el punto 4.2.
- ✓ Materiales aprobados a nivel de SAP, identificados con etiquetas de cuarentena, consecuencia de las causas 1 y 5 descritas en el punto 4.2.
- ✓ Materiales cuya documentación no corresponde a la cantidad física y presentan mermas, consecuencia de las causas 1, 2, 3 y 7 descritas en el punto 4.2.

Estas irregularidades se ven reflejadas en la tabla 3, la cual muestra el porcentaje de ubicaciones inconsistentes con respecto al total de las ubicaciones inventariadas en los años 2012 (264 ubicaciones inventariadas), 2013 (241 ubicaciones inventariadas) ambos tomados del inventario general y para el año 2014 (141 ubicaciones inventariadas) obtenida de la inspección realizada.

Como se observa en la tabla 3, las irregularidades encontradas en la inspección del año 2014, fueron comparadas con los registros históricos de los inventarios de los años 2012 y 2013, para determinar si existe reproducibilidad de los desajustes a través de los años en estudio, se encontró que si existe una inconsistencia a través de los años por una u otra razón de las mencionadas en la tabla 3.

Identificación de las 7 posibles causas obtenidas del diagnóstico inicial

Como se mencionó en la inspección del almacén de materias primas, la causa 6 del punto 4.2, no es una causa de desajuste, ya que se revisaron los certificados de las balanzas y se encontraban actualizados según su plan de calibración externo, el cual es realizado semestralmente. El resto de las causas si se evidenciaron en las inconsistencias mencionadas en el mismo punto y reflejadas en la tabla 3.

Brechas

Las inconsistencias mencionadas se pueden resumir en 3 brechas, ya que guardan relación entre sí y son consecuencias de las 6 causas descritas en el punto 4.2.

Brecha 1: Inconsistencia entre las cantidades y ubicaciones registradas en el sistema SAP comparadas con las cantidades y ubicaciones físicas de las MP en el almacén.

Brecha 2: Sobrantes y mermas cuyas propuestas de ajustes no han sido procesadas con celeridad a fin de sincerar los saldos reales de dicha existencia.

Brecha 3: Inconsistencia en el etiquetado de las MP respecto a su estatus en el sistema SAP.

A continuación se presentan 3 propuestas de mejora, para disminuir las brechas mencionadas producto de las inconsistencias reflejadas en la tabla 3:

Propuesta 1:

Cambio en el procedimiento de recepción y almacenamiento de materias primas.

Cambios propuestos:

- ✓ Adicionar al procedimiento de recepción y almacenamiento de materias primas el control de pesaje paleta por paleta.

- ✓ Delegación de las actividades del asistente administrativo y/o supervisor: registro en SAP tanto para entrada de mercancía y cambios de ubicación por el ayudante de almacén, a fin de evitar retrasos, confusión y recuento en los procesos de inventario.
- ✓ Actualización del formato de recepción de materias primas y creación del formato de cambio de ubicación (anexos 4 y 5).

Equipos necesarios:

- ✓ 1 Balanza para el pesaje inicial (0 - 1000 Kg con tolerancia 0,01).
- ✓ 1 Computadora.
- ✓ Impresoras (1 para documentación y 1 para generación de etiquetas).

Personal necesario para el cambio en el procedimiento de recepción de materias primas:

- ✓ Gerente de almacén: autoriza la compra de la balanza. Debe enviar un correo de autorización al jefe de tecnología e informática, para la asignación de la computadora e impresoras (para documentación y generación de etiquetas) en el área de recepción de MP. Igualmente debe enviar un correo al coordinador de SAP, solicitando la creación de una clave en el sistema SAP para los ayudantes de almacén.
- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: velar por el cumplimiento del nuevo procedimiento de recepción de materias primas, y dar apoyo a los ayudantes de almacén en el registro de la recepción de las MP en el sistema SAP.
- ✓ Asistente administrativo: coloca la solicitud de pedido de la balanza (0 - 1000 Kg con tolerancia 0,01) en el sistema SAP.

- ✓ Analista de compras: coloca la orden de compra para la balanza (0 - 1000 Kg con tolerancia 0,01). Realiza seguimiento de los mismos para su llegada a planta en el tiempo estipulado por el proveedor.
- ✓ Jefe de compras: autoriza la orden de compra y vela por el cierre de la misma.
- ✓ Jefe de tecnología e informática: autoriza al analista de tecnología e informática para la asignación de la computadora y las impresoras (para documentación y generación de etiquetas).
- ✓ Analista de tecnología e informática: asigna y ubica una computadora e impresoras (1 para documentación y 1 para generación de etiquetas) en el área de recepción de materias primas.
- ✓ Coordinador de SAP: crea una clave en el sistema SAP con restricciones, según las actividades que vayan a realizar los ayudantes de almacén y da la inducción del uso del mismo.

Esta propuesta con lleva realizar una inducción en el sistema SAP y reforzamiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M.) Los mismos son detallados a continuación:

Inducción del sistema SAP

Objetivo de la inducción en el sistema SAP:

Suministrar las herramientas necesarias a los ayudantes de almacén, sobre la entra de mercancías, anulaciones de mercancía, carga y cambios de ubicaciones en el sistema SAP.

Tiempo de inducción en el sistema SAP: 1 día

Personal necesario para la inducción en el sistema SAP a los ayudantes de almacén:

- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: solicita inducción al coordinador de SAP para los ayudantes de almacén, referente a la entrada de mercancías y

cambio de ubicación, coordinando el día de su ejecución. Autoriza al asistente administrativo la reservación de la sala de reuniones.

- ✓ Asistente administrativo: reserva la sala de reuniones. Adicionalmente debe estar presente en la inducción para suministrar casos típicos, posibles errores del sistema y cualquier otra información relevante.
- ✓ Coordinador de SAP (personal de las oficinas de Caracas): suministra el procedimiento para entrada de mercancías y cambios de ubicación en el sistema SAP. Adicionalmente prepara material de apoyo de estos procedimientos para ser entregados a cada ayudante de almacén (3 juegos).
- ✓ Analista de tecnología e informática: realiza adaptación de la sala de reuniones con 4 computadoras, 1 para cada ayudante de almacén (3) y 1 para el ponente con el uso del retroproyector.

Inducción en el sistema SAP:

1. El supervisor de almacén de materias primas establece el día de la inducción con el coordinador de SAP, y su traslado desde la sede de Farma - Caracas a Farma - Maracay.

2. El supervisor de almacén de materias primas solicita al asistente administrativo la reserva de la sala de reuniones.

3. El asistente administrativo solicita la reserva de la sala de reuniones al analista de tecnología e informática.

4. El día de la inducción, el coordinador de SAP suministra la siguiente información a los ayudantes de almacén, con el apoyo del supervisor de almacén de materias primas y el asistente administrativo:

- ✓ Terminología básica del sistema SAP.
- ✓ Uso de la transacción MIGO para entrada de mercancías y anulación de la misma.
- ✓ Uso de la transacción MB90 para la impresión de etiquetas de cuarentena.
- ✓ Uso de la transacción LX01 y LX02 para registros de ubicaciones y cambios de los mismos.

- ✓ Ejemplos de entrada de mercancía, anulaciones, impresión de etiquetas, carga y cambios de ubicación.
- ✓ Importancia de mantener actualizado el sistema SAP, con respecto a cantidades reales y ubicaciones en el sistema SAP.
- ✓ Asignación de clave de usuario con restricciones, 1 para los 3 ayudantes de almacén.

5. El supervisor de almacén de materias primas realiza las 3 primeras recepciones con los ayudantes de almacén después de la inducción, para afianzar los conocimientos suministrados.

Inducción de las Buenas Prácticas de Manufactura

Objetivo de los cursos de B.P.M:

Fortalecer el conocimiento de la importancia en la correcta identificación y ubicación de las materias primas en los racks establecidos, cada 3 meses.

Tiempo de realización del curso de B.P.M: 4 horas.

Personal necesario para el procedimiento cursos de B.P.M:

- ✓ Jefe de garantía de calidad: dar charlas de B.P.M cada 3 meses a los ayudantes de almacén. Autoriza al analista de garantía de calidad la reservación de la sala de reuniones con el uso del retroproyector cada 3 meses.
- ✓ Analista de garantía de calidad: solicita la reservación de la sala de reuniones, prepara material de apoyo para el curso de B.P.M.
- ✓ Analista de tecnología e informática: acondiciona la sala de reuniones con el uso del retroproyector el día indicado para el curso de B.P.M.
- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: indica al jefe de garantía de calidad el (los) ayudante (s) de almacén, que presentaron menos errores en los procesos de recepción de materias primas para ser reconocidos.

Procedimiento para cursos de B.P.M.:

1. El jefe de garantía de calidad informa vía correo electrónico, el día del curso de B.P.M al supervisor de almacén de materias.
2. El jefe de garantía de calidad solicita al analista de garantía de calidad, la reserva de la sala de reuniones.
3. El analista de garantía de calidad solicita la reserva de la sala de reuniones al analista de tecnología e informática.
4. El día del curso, el jefe de garantía de calidad suministra la siguiente información a los ayudantes de almacén:
 - ✓ Definiciones básicas del manual de buenas prácticas de manufactura, para la fabricación de productos farmacéuticos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
 - ✓ Puntos del manual de buenas prácticas de manufactura (gaceta oficial N° 38.009 del 26 de agosto de 2004, resolución N° 407):
 - Punto 11 Instalaciones - Áreas de almacenamiento: las áreas de almacenamiento deben estar ordenadas, limpias y secas (puntos 11.11 y 11.12),
 - Punto 13 Materiales - Materias primas: importancia de revisar todos los materiales recibidos, para asegurar que el envío corresponda al pedido (punto 13.7); si un envío de materiales está compuesto de diversos lotes, cada lote debe considerarse independiente para la identificación, muestreo, ensayo y autorización (punto 13.7), las materias primas del área de almacenamiento deben ser etiquetados adecuadamente (punto 13.10).
 - Punto 14 Documentación - Etiquetas: las etiquetas colocadas en los recipientes deben ser claras e inequívocas (punto 14.10).
 - ✓ Ejemplos de casos donde no se cumpla con la identificación y ubicación correcta de las materias primas.

- ✓ Consecuencias de la mala identificación y ubicación de las MP, como gastos innecesarios en la adquisición de una materia prima por desconocimiento de su existencia, y como afecta los estados financieros.
- ✓ Otorgamiento de reconocimientos al (los) ayudante (s) de almacén con menos errores.

Responsable de la actividad para el nuevo procedimiento de recepción de MP:

- ✓ 1 Vigilante
- ✓ 1 Supervisor de almacén de materias primas.
- ✓ 2 Ayudantes de almacén.
- ✓ 1 Asistente administrativo.
- ✓ 1 Inspector de control de calidad.
- ✓ 1 Jefe de laboratorios de insumos.
- ✓ 1 Analista de laboratorio de control de insumos.

El nuevo procedimiento para la recepción y almacenamiento de MP, siguiendo las buenas prácticas de almacenamiento de productos farmacéuticos, es representado en la figura 7.

Nuevo procedimiento de recepción y almacenamiento de las materias primas:

1. El vigilante revisa la guía de carga del proveedor, factura, copia de orden de compra, y toda la documentación que trae el transportista de las MP a entregar.
2. El vigilante informa al supervisor de almacén de materias primas la llegada del proveedor a las instalaciones de la planta.
3. El supervisor de almacén de materias primas asigna a dos (2) ayudantes de almacén responsables de la recepción.
4. El vigilante autoriza la entrada al área de descarga correspondiente.
5. El transportista entrega documentos tales como factura, orden de compra, certificado de calidad y hojas de seguridad al ayudante de almacén encargado de la recepción.



Compañía: Laboratorios Farma.

Nuevo diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento de las materias primas.

Realizado por: Ing. Karen Leonard

Julio, 2015

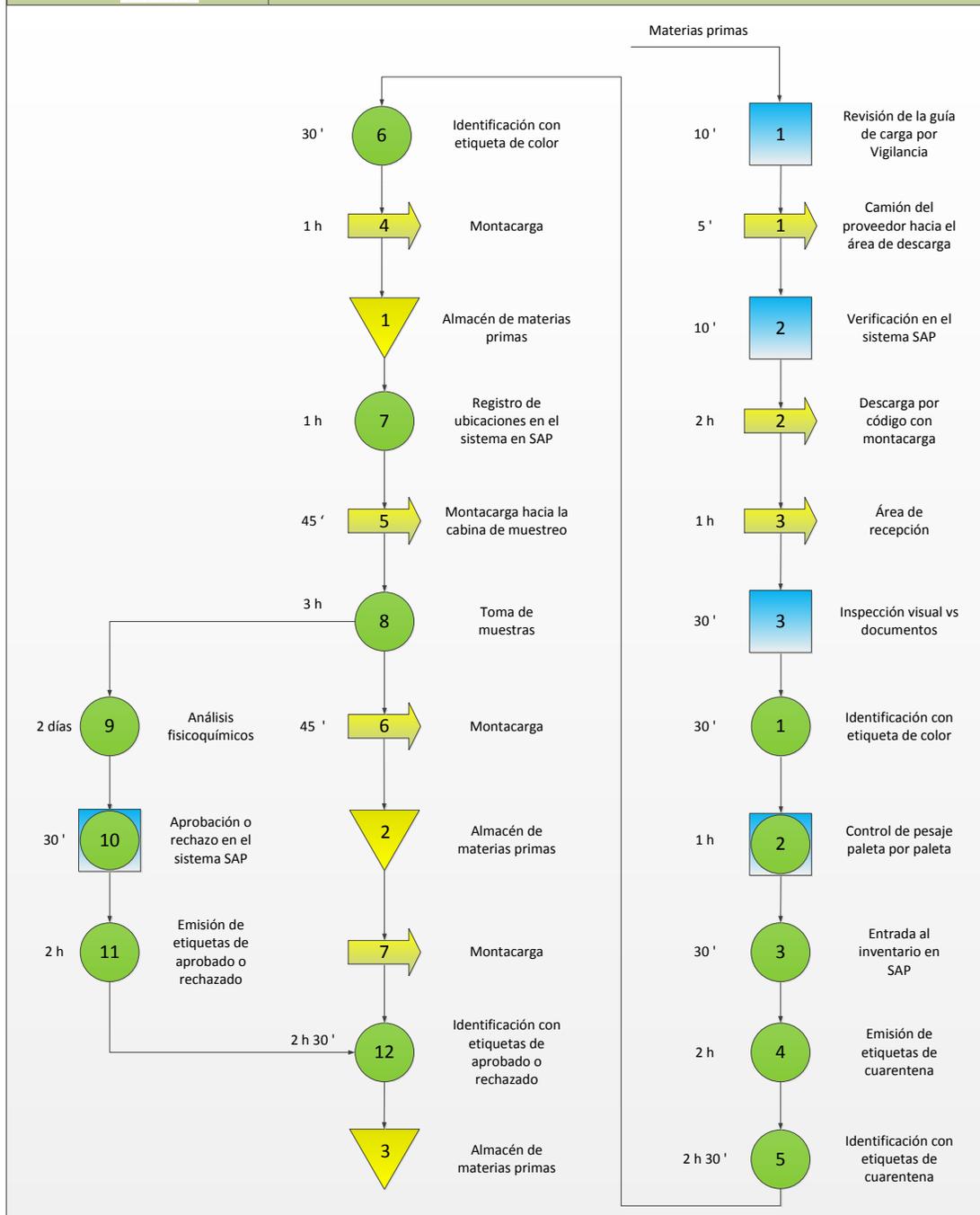


Figura 7 Nuevo diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

- 6.** El ayudante de almacén verifica en el sistema SAP por la transacción MIGO (movimiento 101), si la cantidad a recibir no difiere del 10% de lo solicitado. Si hay discrepancia se notifica al departamento de compras para la aprobación de la recepción o rechazo de la misma.
- 7.** De ser positivo, se procede a la descarga de la materia prima.
- 8.** El ayudante de almacén descarga las MP por código y lote ordenándolos en las áreas de recepción para su posterior identificación y almacenaje.
- 9.** El ayudante de almacén verifica la documentación (factura y orden de compra) contra la materia prima a recibir, verificando nombre, número de lote, fecha de caducidad y condiciones físicas del empaque.
- 10.** Si el empaque (tambor, frascos y/o sacos) presentan roturas, golpes o cualquier defecto que comprometa la integridad de la materia prima, notifica al inspector de control de calidad para su revisión y aprobación de la recepción si aplica. De resultar rechazado se notifica al departamento de compras para su devolución.
- 11.** De estar conforme, el ayudante de almacén entrega la factura firmada y sellada en señal de conformidad al transportista.
- 12.** El ayudante de almacén pesa la materia prima a recibir paleta por paleta, con la finalidad de ingresar al sistema SAP la cantidad real.
- 13.** El ayudante de almacén llena el formato recepción de materias primas (anexo 4), donde coloca datos de nombre de la materia prima, nombre del proveedor, número de lote del proveedor, número de bultos recibidos, y peso real de la materia prima recibida descontando el peso de la paleta y las taras de los tambores o sacos.
- 14.** Si la documentación y la cantidad pesada están conformes, el ayudante de almacén procede a realizar la entrada de mercancía en el sistema SAP, generando el vale de entrada a través de la transacción MIGO (movimiento 101), selecciona entrada de mercancías, pedido, coloca el número de orden de compra y el número de factura o nota de entrega.
- 15.** Presiona Enter, aparecen los datos de la orden de compra, luego presiona Ejecutar, y selecciona las materias primas recibidas. La cantidad se puede modificar a

lo que se recibe realmente, sólo si es menor, en el caso de ser mayor se debe solicitar al departamento de compras el cambio de la orden de compra.

16. En la pestaña Cantidad (Ctd), se coloca la cantidad real recibida (Ctd UM de entrada) y la cantidad que indica la nota de entrega (Ctd nota de entrega).

17. En la pestaña Se, en el texto se coloca el número de etiquetas de cuarentena necesarias para la identificación de las materias primas recibidas

18. En la pestaña Datos de pedido, se coloca fijar cuando se reciba la cantidad total de la orden de compra, si se recibe un parcial se deja fijar automáticamente.

19. En la pestaña Interl, se verifica que sea el proveedor correcto, y se coloca el número de lote del proveedor, el número de lote SAP lo genera automáticamente.

20. En la pestaña Imputación y WV no se modifica nada.

21. Se presiona Verificar, aparece una pantalla donde muestra el número de lote SAP que se le asignó a la materia prima.

22. Se presiona Contabilizar y se genera automáticamente el vale de entrada para su impresión.

23. Anota el número de documento que se genera al hacer el ingreso de mercancía, en la orden de compra.

24. En el caso que se necesite hacer un reverso, se realiza a través de la transacción MIGO, selecciona anulación, y coloca el número de documento que se desea anular.

25. Presiona Ejecutar, para cargar el documento, selecciona el que desea anular.

26. Se presiona Verificar, para procesar el documento, y se presiona Contabilizar, se anota en la orden de compra el número de documento que indica que se ejecuto exitosamente la anulación.

27. El ayudante de almacén genera las etiquetas de cuarenta en el sistema SAP, por medio de la transacción MB90, llena los campos de clase de movimiento (ZE1 para aprobación o ZE2 para rechazo), clasificación (01), modo de tratamiento (1 si es primer intento de impresión de etiquetas sino se coloca 2 para imprimir por segunda vez o más) y se llena el numero de documento generado en SAP.

28. Se presiona ejecutar para imprimir las etiquetas de cuarenta.

- 29.** El ayudante de almacén identifica cada materia prima con la etiqueta de cuarenta y la ubica en los racks establecidos.
- 30.** El ayudante de almacén llena el formato recepción de materias primas (anexo 4), donde coloca las ubicaciones empleadas para la materia prima recibida.
- 31.** El ayudante de almacén carga en SAP las ubicaciones utilizadas en la recepción de la materia prima, por la transacción LX01 y así mantener el inventario al día.
- 32.** El ayudante de almacén entrega la documentación al asistente administrativo para su resguardo y distribución al departamento de control de calidad y finanzas.
- 33.** El asistente administrativo saca 2 juegos de copias: entrega uno a los inspectores de control de calidad para su posterior muestreo, y otro juego de copias lo coloca en el archivo temporal.
- 34.** El asistente administrativo entrega el original de vale de entrada, factura y orden de compra al departamento de finanzas.
- 35.** El inspector de control de calidad toma la cantidad de muestra necesaria en la cabina de muestreo, para el análisis fisicoquímico y /o microbiológico de cada bulto de MP recibidas.
- 36.** Entrega al laboratorio de control de insumos las muestras para su análisis.
- 37.** El analista de laboratorio de control de insumos analiza las MP recibidas y da su veredicto.
- 38.** De resultar conforme, aprueba en el sistema SAP las MP y emite las etiquetas de aprobado; de ser no conforme notifica al jefe de laboratorio de insumos, rechaza en el sistema SAP e emite las etiquetas de rechazo.
- 39.** El jefe de laboratorio de insumos notifica a los departamentos de compras, planificación y producción del rechazo del mismo.
- 40.** El inspector de control de calidad coloca las etiquetas de aprobado o rechazado a las MP analizadas con ayuda de los ayudantes de almacén.

Adicionalmente, surge el procedimiento para los cambios de ubicación de las MP, ya que éste es vital para mantener actualizado las ubicaciones de las materias primas en el almacén, éste procedimiento es representado en la figura 8.

Procedimiento de cambio de ubicaciones:

1. El ayudante de almacén llena el formato cambio de ubicaciones (anexo 5), cada vez que se realice un cambio de ubicación.
2. El ayudante de almacén coloca la etiqueta de color personalizada a cada materia prima que realice cambio de ubicación.
3. El ayudante de almacén registra los cambios de ubicación en el sistema SAP, a través de la transacción LX02 modificación de las ubicaciones en el almacén.
4. Anota en el formato cambio de ubicaciones (anexo 5), el número de documento que indica el sistema SAP y la fecha de su ejecución.
5. El ayudante de almacén guarda el formato cambio de ubicaciones (anexo 5), en la carpeta del año en curso.

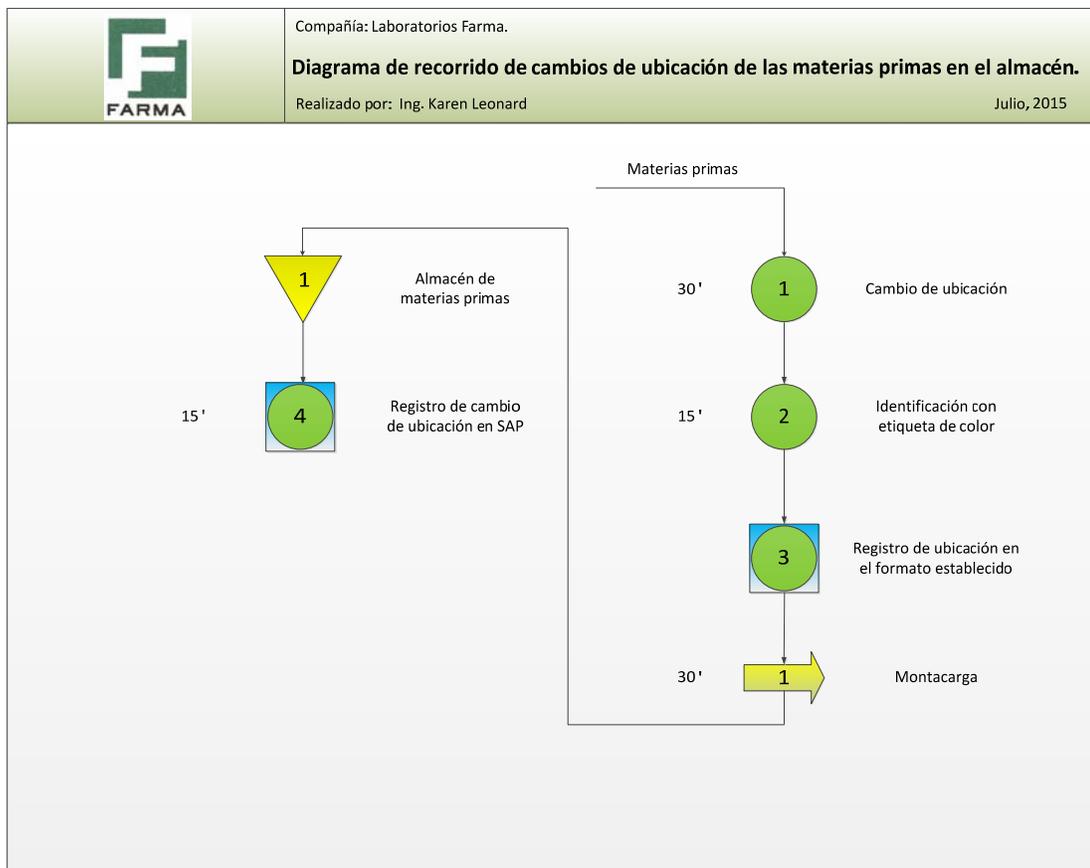


Figura 8 Diagrama de recorrido de cambios de ubicación de las materias primas

Fuente: Elaboración propia

Propuesta 2:

Implantación del programa de conteo cíclico en el almacén de materias primas.

Oportunidad de mejora:

- ✓ Establecer procedimientos de verificación constante de existencias por ubicación en MP de alta rotación, a través de un conteo cíclico, con mayor frecuencia para los tipo A, menor frecuencia a los tipo B, y 2 veces al año a los tipo C.

Programa de conteo cíclico:

Se establece el tiempo de conteo para las MP tipo A, B y C, donde las MP tipo A tienen un período de revisión de 1 mes, las MP tipo B su período de revisión es trimestral, y las MP tipo C su período de revisión es semestral (ver tabla 4).

Tabla 4 Programa de conteo cíclico

MP	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tipo A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tipo B			X			X			X			X
Tipo C						X						X

Fuente: Elaboración propia

Día (s) de ejecución del programa de conteo cíclico:

Se establece el(los) día(s) para realizar el conteo cíclico.

- ✓ MP tipo A, su conteo es mensual, día estipulado 1er lunes de cada mes.
- ✓ MP tipo B, su conteo es trimestral, día estipulado 1er martes y miércoles de cada trimestre.

- ✓ MP tipo C, su conteo es semestral, día estipulado 1er jueves y viernes de cada semestre.

Tiempo de bloqueo de las materias primas en el sistema SAP:

En la tabla 4 se observa que existen 3 situaciones de conteo cíclico; el primer caso es cuando le corresponde sólo a las MP tipo A; el segundo caso es cuando coincide el conteo cíclico de las MP tipo A y B; y el tercer caso es cuando coincide el conteo cíclico de las MP tipo A, B y C. Entonces el tiempo de bloqueo de las MP en el sistema SAP es el siguiente:

- ✓ Para el caso de las MP tipo A solamente, se emplearán 2 días de bloqueo en el sistema SAP (1 día de conteo y 1 día de ajuste si aplica).
- ✓ Para el caso de las MP tipo A y B, se emplearán 4 días de bloqueo en el sistema SAP (3 días de conteo y 1 día de ajuste si aplica).
- ✓ Para el caso de las MP tipo A, B y C, se emplearán 5 días de bloqueo en el sistema SAP (4 días de conteo y 1 día de ajuste si aplica).

Personal necesario para la ejecución del conteo cíclico según el programa:

- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: baja el listado de las MP tipo A, B y/o C según lo indique el programa de conteo cíclico (tabla 4), y vela por el cumplimiento del mismo.
- ✓ Asistente administrativo: distribuye los juegos del listado de ubicaciones de las MP tipo A, B y/o C, según le indique el supervisor de almacén de materias primas.
- ✓ Ayudantes de almacén: para el primer caso (sólo las MP tipo A), se necesita 1 ayudante de almacén; el segundo caso cuando coincide el conteo cíclico de las MP tipo A y B, se necesitan 2 ayudantes de almacén; y el tercer caso cuando coincide el conteo cíclico de las MP tipo A, B y C, se necesitan 3 ayudantes de almacén.

- ✓ Analista de finanzas: realiza los ajustes de inventario al finalizar el conteo cíclico que corresponda de ser necesario, según la notificación suministrada por el supervisor de almacén de materias primas.
- ✓ Coordinador de SAP: realiza el bloqueo de las MP tipo A, B y/o C de todas sus ubicaciones en el almacén, según información suministrada por el supervisor de almacén de materias primas.

Equipos necesarios para el conteo cíclico:

- ✓ Para las MP tipo A, 1 montacarga y 1 traspaleta automático.
- ✓ Para las MP tipo B, 2 montacargas y 1 traspaleta automático.
- ✓ Para las MP tipo A, 3 montacargas y 1 traspaleta automático.

Responsables de la realización del programa de conteo cíclico:

- ✓ 1 Supervisor de almacén de materias primas.
- ✓ 1 Asistente administrativo.
- ✓ 1, 2 y /o 3 Ayudante(s) de almacén.
- ✓ 1 Analista de finanzas.
- ✓ 1 Coordinador de SAP.

Procedimiento para el programa de conteo cíclico:

1. Los conteos se deben realizar a primera hora de la jornada laboral.
2. Las MP son bloqueadas en sistema hasta culminar el proceso de conteo y ajuste si aplica.
3. El conteo de las MP deben ser cotejadas contra las cantidades teóricas del sistema SAP. Las diferencias deben ser verificadas y contadas nuevamente a fin de comprobar las cantidades exactas.
4. Las materias primas que no se encuentren en su estado original, es decir, tambores o sacos abiertos, deben ser pesados para corroborar su peso, el cual está indicado en

la etiqueta colocada por el área de dispensado. Si las MP se encuentran en su estado original, se toma el peso indicado en la etiqueta.

5. El supervisor de almacén de materias primas notifica vía correo electrónico, el último lunes de cada mes, trimestre y/o semestre según sea el caso, sobre los días de bloqueo de movimientos de las MP y el(los) día(s) pautado(s) para el conteo cíclico.

6. El supervisor de almacén de materias primas imprime el listado de las ubicaciones obtenido por el sistema SAP, de las MP involucradas para el conteo cíclico, el último viernes de cada mes, trimestre y/o semestre según sea el caso.

7. El supervisor de almacén de materias primas autoriza al coordinador de SAP vía correo electrónico, el bloqueo de las MP a realizar el conteo cíclico.

8. El supervisor de almacén de materia primas asigna 1, 2 o 3 ayudantes de almacén según sea el caso.

9. El día del conteo cíclico, el supervisor de almacén de materias primas entrega al (a los) ayudante (s) de almacén, el listado de las ubicaciones a revisar a primera hora de la jornada.

10. Al finalizar el conteo, el ayudante de almacén entrega al supervisor de almacén de materias primas, el listado de ubicaciones revisado, con las observaciones y diferencias encontradas si aplica.

11. El supervisor de almacén de materias primas verifica los resultados generando un listado preliminar con las diferencias y comentarios correspondientes, y notifica al analista de finanzas los ajustes necesarios si aplica.

12. El analista de finanzas realiza los ajustes de inventario indicado por el supervisor de materias primas.

13. El supervisor de almacén de materias primas indica al coordinador de SAP, la liberación del desbloqueo de las MP, para su utilización por parte de producción.

Propuesta 3:

Implantar el uso del código de barras en el almacén de las materias primas.

Ventajas:

- ✓ Mantener lo más actual posible el inventario tanto en cantidades reales y su estatus (cuarentena, aprobado o rechazado), y disminuir así los errores humanos en cuanto al proceso de etiquetado de las MP.
- ✓ Nueva etiqueta de identificación única con código de barras para las materias primas.

Uso del código de barras en el almacén de MP:

Para definir la implantación del código de barras en el almacén de materias primas, es necesario efectuar un proceso de evaluación, aprobación e inducción, referente a los programas más apropiados y compatibles con el sistema SAP, también requiere de un estudio económico y factibilidad con respecto a la recuperación de la inversión, para ello se detallan a continuación los procedimientos necesarios para el mismo.

Estudio de factibilidad:

Se hizo una revisión en cuanto a la cantidad de etiquetas de cuarentena que se emplean a través de los años 2012, 2013 y 2014, en función a la cantidad de tambores o sacos que ingresan al almacén de materias primas anualmente, sólo a las materias primas tipo A. Los resultados de la revisión se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Cantidad de etiquetas de cuarentena

Código	Presentación (Kg)	Demanda anual (Kg)			Etiquetas necesarias anualmente (unidades)		
		Año	Año	Año	Año	Año	Año
		2012	2013	2014	2012	2013	2014
P0556	5	260	432,4	370	52	87	74
P0020	25	9000	9600	8350	360	384	334
P0204	25	1775	1650	1200	71	66	48
P0614	5	85	170	190	17	34	38
P0277	25	4080	19380	17340	164	776	694
P0586	100	55166	14368	14481,2	552	144	145
P0588	25	1200	1450	325	48	58	13
P0173	10	160	100	80	16	10	8
P0487	25	2000	6000	6000	80	240	240
P0300	25	8000	4300	5400	320	172	216
P0261	40	920	1760	1880	23	44	47
P0501	25	175	125	325	7	5	13
P0221	25	4300	3500	6605	172	140	265
Total de etiquetas (unidades)					1882	2160	2135

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, las MP tipo A son identificadas con estatus de aprobado o rechazado, según la decisión de control de calidad, motivo por el cual los costos de identificación de las MP se duplican. Estos se presentan en la tabla 6.

Tabla 6 Cantidad de etiquetas de identificación

Años	Etiquetas (unidades)		Total de etiquetas (unidades)	Costo por etiqueta (Bs)	Costo total de las etiquetas (Bs)
	Cuarentena	Aprobado o rechazado			
2012	1882	1882	3764	10	37640
2013	2160	2160	4320	15	64800
2014	2135	2135	4270	20	85400

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 6, que la cantidad de etiquetas para identificar las MP se incrementa a través de los años, al igual que su costo por unidad, se propone sustituir este método de identificación manual realizada 2 veces, por la identificación a través del código de barras, colocando la etiqueta de identificación sólo al momento de su ingreso manualmente, y los cambios de estatus de aprobado o rechazado se realicen sólo por el sistema SAP. En el caso que se desee conocer el estatus de la materia prima en físico y no por el sistema SAP, se visualiza con el lector de código de barra más apropiado.

Datos en la etiqueta de identificación con código de barras:

Se presenta la información relevante que debe contener las etiquetas de identificación con código de barras, datos como: código de la materia prima, nombre de la materia prima, nombre del proveedor, lote SAP, lote del proveedor y número de envases. La etiqueta propuesta se muestra en la figura 9.

Código:	Nombre:
Proveedor:	
Lote SAP:	Lote del Proveedor:
N° Envases:	

Figura 9 Etiqueta de identificación

La dimensión de la etiqueta se puede mantener el mismo tamaño que se está manejando actualmente, va a depender de la impresora de etiquetas a escoger. El color de la etiqueta se recomienda blanco ya que no va a estar relacionada con ningún estatus de la materia prima.

Personal necesario para el proceso de evaluación y aprobación de la implantación del código de barras:

- ✓ Director de planta: autoriza o no la adquisición de lectores de código de barra, el programa, y demás actividades necesarias para su implantación.
- ✓ Gerente de almacén: evalúa la factibilidad del programa de código de barras más indicado, en conjunto con el tipo y cantidad de lectores de códigos de barra necesarios, así como la adaptación de los racks del almacén de materias primas, en conjunto con el supervisor de almacén de materias primas, gerente de servicios generales y gerente de tecnología e informática.
- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: indica las necesidades del almacén de materias primas, para la solicitud del código de barras apropiado y la cantidad de lectores necesarios. Suministra la información relevante que deben contener las nuevas etiquetas de identificación de las MP al momento de ser recibidas.
- ✓ Gerente de servicios generales: evalúa los cambios necesarios en los racks del almacén de materias primas, para la implantación del código de barras.
- ✓ Gerente de compras: suministra los posibles proveedores que ofrezcan los lectores de código de barras, su programa, impresoras, etiquetas y costos estimados de los cambios necesarios en los racks del almacén de materias primas.
- ✓ Coordinador de SAP: evalúa la compatibilidad del programa de código de barras con el sistema SAP, para realizar una sola transacción.
- ✓ Gerente de tecnología e informática: evalúa la compatibilidad del programa de código de barras con los sistemas operativos de las computadoras en la planta.

- ✓ Gerente de finanzas: realiza un estudio de factibilidad con respecto a la adquisición o no del sistema de código de barras. También evalúa el tiempo de retorno de la inversión.

Equipos necesarios para el uso del código de barra:

- ✓ 6 lectores de código de barra.
- ✓ 2 impresoras de etiquetas con código de barra.
- ✓ 1 computadora.

Procedimiento del proceso de evaluación y aprobación:

1. El gerente de almacén revisa los diferentes tipos de lectores de código de barras y selecciona los más indicados, en conjunto con el supervisor de almacén de materias primas.
2. El gerente de almacén revisa los diferentes tipos de programas que usan los lectores de código de barras, evalúa su compatibilidad con el sistema SAP, y selecciona los más indicados, en conjunto con el supervisor de almacén de materias primas y el coordinador de SAP.
3. El gerente de almacén evalúa si existe la necesidad de hacer adaptaciones a los racks del almacén de MP, para el uso del código de barras, en conjunto con el gerente de servicios generales y el supervisor de almacén de materias primas.
4. El gerente de tecnología e informática evalúa la compatibilidad de los programas de código de barras seleccionados por el gerente de almacén, con los sistemas operativos de las computadoras en la planta.
5. El gerente de compras proporciona los proveedores que distribuyan los lectores de código de barras seleccionados por el gerente de almacén, así como su programa, impresoras y costo de las etiquetas con código de barras.
6. El gerente de compras suministra los costos estimados de los cambios necesarios en los racks del almacén, en conjunto con el gerente de servicios generales.
7. El gerente de finanzas y el gerente de almacén evalúan la factibilidad de la implantación del uso del código de barras, y el tiempo de retorno de la inversión.

8. El gerente de almacén, el gerente de compras, el gerente de tecnología e informática, el gerente de servicios generales y el gerente de finanzas, escogen el programa, tipo de lector de códigos de barra, impresoras y etiquetas más factibles que sustenten la inversión.
9. El director de planta aprueba la adquisición e implantación del código de barras seleccionado por los gerentes.

Adaptación de los racks en el almacén de materias primas

1. El supervisor de almacén de materias primas informa la necesidad de que cada racks suministre la información, referente a las materias primas que se encuentren ubicadas por fila de cada racks.
2. El gerente de servicios generales revisa con el gerente de almacén y el supervisor de almacén de materias primas, las modificaciones que se deben hacer a los racks del almacén de MP y la ubicación de los lectores de código de barra.
3. El gerente de servicios generales evalúa los materiales necesarios para la colocación del código de barras a los racks por fila, y la ubicación de los lectores de código de barra.
4. El analista de servicios generales realiza las adaptaciones en los racks, para la colocación del código de barras y la ubicación de los lectores de código de barra.

Personal necesario para el proceso de inducción del uso del código de barras:

- ✓ El proveedor: suministra la información del programa y uso de los lectores de código de barra.
- ✓ Gerente de almacén: comunica al supervisor de almacén de materias primas los días de la inducción.
- ✓ Supervisor de almacén de materias primas: informa a los ayudantes de almacén y inspectores de control de calidad, los días de la inducción para su participación.

- ✓ Asistente administrativo: reserva la sala de reuniones para la inducción con las adaptaciones que solicite el proveedor.
- ✓ Analista de tecnología e informática: acondiciona la sala de reuniones con las adaptaciones que suministre el proveedor.
- ✓ Coordinador de SAP: corrobora la compatibilidad del programa del código de barra con el sistema SAP y realiza pruebas.

Procedimiento de inducción:

1. El gerente de almacén notifica al supervisor de almacén de materias primas los días que el proveedor dictará la inducción, sobre el uso de los lectores de código de barra, tiempo de carga, tiempo de duración y el programa que utilizan.
2. El supervisor de almacén notifica al asistente administrativo que reserve la sala de reuniones para 2 días, la cual debe estar acondicionada con 5 computadoras.
3. El asistente administrativo solicita al analista de tecnología e informática la reserva de la sala de reuniones, con la adaptación correspondiente.
4. El analista de tecnología e informática acondiciona la sala de reuniones los 2 días pautados para la inducción, también verifica la compatibilidad de las computadoras con el programa que se va utilizar en la inducción.
5. El supervisor de almacén de materias primas notifica a los ayudantes de almacén, inspectores de control de calidad y al coordinador de SAP, los días de la inducción pautados.
6. El proveedor realiza la inducción considerando lo siguiente: condiciones del programa, vigencia del mismo, uso, datos necesarios para el ingreso de las materias primas, anulaciones de los ingresos, impresión de etiquetas, registro de ubicaciones, ejemplos en el área de almacén del uso de los lectores de códigos de barra.
7. El coordinador de SAP corrobora que la información que se realice en el programa de código de barras, sea afín con el sistema SAP y se visualicen los cambios que se realicen con el lector.
8. El proveedor asigna claves de usuario para el programa y los lectores de código de barra, con restricciones dependiendo de la actividad de cada persona.

9. El supervisor de almacén de materias primas realiza con los ayudantes de almacén, los 3 primeros procesos recepción y cambios de ubicación, después de la inducción para afianzar los conocimientos suministrados.

Luego de la adquisición de los lectores de código de barras, el programa, las impresoras con código de barras, las etiquetas para las impresoras, adaptaciones en los racks del almacén de materias primas, asignación de una computadora para los ayudantes de almacén e instalación del programa con sus impresoras, se puede poner en marcha el uso del código de barras, esto implica cambios en el procedimiento de recepción y almacenamiento de materias primas.

El nuevo procedimiento para la recepción y almacenamiento de MP con la implantación del código de barras, siguiendo las buenas prácticas de almacenamiento de productos farmacéuticos, es representado en la figura 10.

Nuevo procedimiento de recepción y almacenamiento de materias primas con el uso del código de barras:

1. El vigilante revisa la guía de carga del proveedor, factura, copia de orden de compra, y toda la documentación que trae el transportista de las MP a entregar.
2. Notifica al asistente administrativo la llegada del proveedor.
3. El vigilante autoriza la entrada al área de descarga correspondiente.
4. El transportista entrega documentos tales como factura, orden de compra, certificado de calidad y hojas de seguridad al ayudante de almacén encargado de la recepción.
5. El ayudante de almacén entrega todos los documentos entregados por el transportista al asistente administrativo.
6. El asistente administrativo verifica los documentos en cuanto a orden de compra, cantidad, proveedor a través del sistema SAP.



Compañía: Laboratorios Farma.

Nuevo diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento de las materias primas con la implantación del código de barras.

Realizado por: Ing. Karen Leonard

Julio, 2015

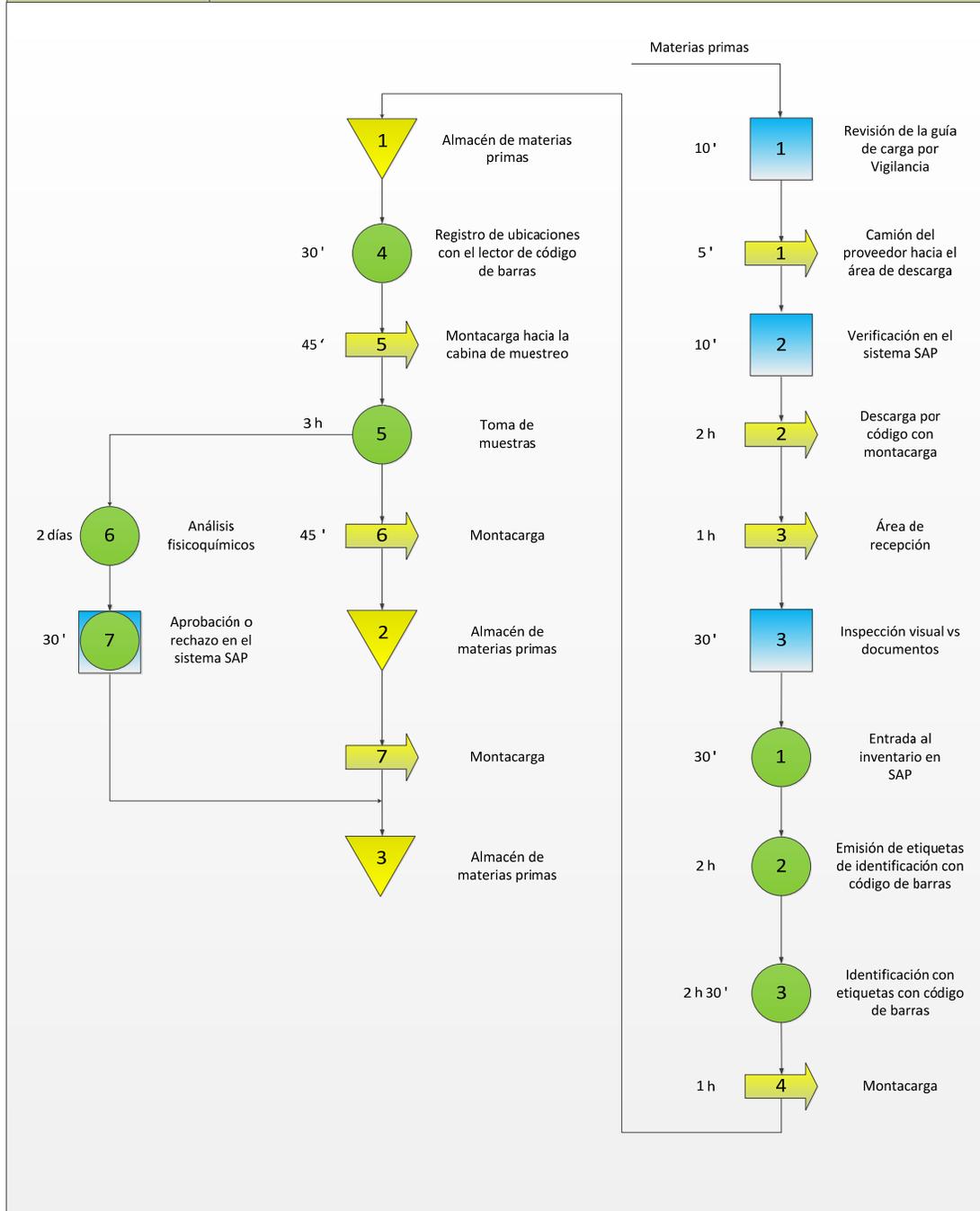


Figura 10 Nuevo diagrama de recorrido de recepción y almacenamiento con código de barras

Fuente: Elaboración propia

- 7.** Una vez verificada la documentación, de estar conforme la entrega al ayudante de almacén para la recepción de las MP; de lo contrario notifica al departamento de compras para que autorice o no la recepción.
- 8.** El ayudante de almacén descarga las MP por código y lote ordenándolos en las áreas de recepción para su posterior identificación y almacenaje.
- 9.** Compara los datos del proveedor de los contenedores (nombre de la materia prima, número de lote y fecha de vencimiento) contra los reflejados con el certificado de calidad.
- 10.** Transcribe al formato de recepción de materiales (anexo 1), nombre de la materia prima, las cantidades, número de lote del proveedor, cantidad de bultos y/o paletas, número de etiquetas a imprimir, fecha y número de factura.
- 11.** El ayudante de almacén entrega el formato de recepción de materiales (anexo 1) y la documentación recibida al supervisor de almacén de materias primas para su revisión.
- 12.** De ser aprobados, el ayudante de almacén entrega la documentación al asistente administrativo.
- 13.** Entrega factura firmada y sellada por parte del ayudante de almacén en señal de conformidad al transportista.
- 14.** El asistente administrativo realiza el proceso de entrada al inventario en el sistema SAP, el cual genera un vale de entrada de mercancías.
- 15.** Saca 3 juegos de copias para su posterior distribución.
- 16.** Entrega original del vale de entrada, factura y orden de compra al departamento de finanzas.
- 17.** De los 2 juegos de copias: entrega uno a los inspectores de control de calidad para su posterior muestreo, y el otro juego de copias lo coloca en el archivo temporal.
- 18.** Emite las etiquetas de identificación con código de barras a través del sistema SAP, y entrega las mismas al ayudante de almacén.
- 19.** El ayudante de almacén coloca las etiquetas de identificación con código de barras a cada bulto recibido de materia prima.

- 20.** Ubica las materias primas en los espacios disponibles en el almacén en forma aleatoria.
- 21.** El ayudante de almacén registra las ubicaciones de las materias primas con el lector de código de barras.
- 22.** El inspector de control de calidad toma la cantidad de muestra necesaria en la cabina de muestreo, para el análisis fisicoquímico y /o microbiológico de cada bulto de MP recibidas.
- 23.** Entrega al laboratorio de control de insumos las muestras para su análisis.
- 24.** El analista de laboratorio de control de insumos analiza las MP recibidas y da su veredicto.
- 25.** De resultar conforme, aprueba en el sistema SAP las MP; de ser no conforme notifica al jefe de laboratorio de insumos, rechaza en el sistema SAP.
- 26.** El jefe de laboratorio de insumos notifica a los departamentos de compras, planificación y producción del rechazo del mismo.

CAPÍTULO VI
EVALUACIÓN ECONÓMICA

Estimación de costos propuesta 1:

Tabla 7 Estimación de costos propuesta 1

Procedimiento	Necesidades	Gastos	Bolívares
Recepción de materias primas	- Registro en SAP: entrada de mercancía y ubicaciones. - Pesaje de las MP.	- 1 Computadora - 1 Impresora para documentos - 1 Carpeta de lomo cuadrado - 1 Escritorio - Material de apoyo - 1 Punto de corriente y de red. - 1 Balanza (0 - 1000 Kg)	50.000 20.000 400 15.000 1.500 2.500 50.000
Inducción en SAP a los ayudantes de almacén	-Material de apoyo. -Traslado personal interno (IT) de Caracas a Maracay.	- Carpetas manila - Hojas de papel - Cartucho de impresora - Bolígrafos -Uso del retroproyector. - Taxi interno -Viáticos - Refrigerio	300 500 5.000 100 1.500 3.000 500 800
Charlas de B.P.M en cuanto a identificación y ubicación de las MP.	- Material de apoyo	- Hojas de papel - Bolígrafos con logo B.P.M. - Carpetas - Uso del retroproyector. - Refrigerio - Cartucho de impresora	500 250 300 1.500 800 5.000

Estimación de costos propuesta 2:

Tabla 8 Estimación de costos propuesta 2

Procedimiento	Necesidades	Gastos	Bolívares
Programa de conteo cíclico	- Conteo mensual, trimestral y/o semestral según sea el caso	- Hojas de papel. - Bolígrafos. - Cartucho de impresora.	1.500 100 5.000

Estimación de costos propuesta 3:

Tabla 9 Estimación de costos propuesta 3

Procedimiento	Necesidades	Unidades	Bolívares
Implantación del código de barra.	- Inducción del personal.	-	30.000
	- Lectores de código de barra.	6	1.500.000
	- Etiquetas de identificación con código de barras.	3.000	50.000
	- Impresora de las etiquetas con código de barras.	2	100.000
	- Programa y/o asesoría.	1	15.000
	- Modificaciones en los racks.	-	10.000

Los costos que se muestran en las tablas 7, 8 y 9, son estimaciones de costos para comienzos del año 2015, se estima una inflación del 50% para el resto del año 2015.

Analizando cada propuesta y su costo, se propone como las más factibles la 1 y la 2, sin embargo, debido a la dificultad de la adquisición de divisas y prioridades de la planta, en invertir sus dólares asignados por el ente gubernamental, para

repuestos de los equipos del área de producción y la adquisición de MP importadas; se debería empezar con la propuesta 2 mientras se obtienen los recursos para la propuesta 1; y a media del transcurso del tiempo evaluar la necesidad de implementar la propuesta 3, ya que cada una está relacionada con cada causa expuesta en el punto 4.2. En la tabla 10 se presenta un resumen de los beneficios y costos de las propuestas en estudio.

Tabla 10 Resumen de propuestas de mejora

	Propuesta	Costo (Bs) Año 2015	Beneficios
1	Nuevo procedimiento de recepción de las materias primas	139.400	<ul style="list-style-type: none"> - Evita retrasos en el proceso de recepción. - Disminuye recuentos y errores de ubicación y cantidades reales. - Evitar retrasos y confusión en la entrada del inventario a SAP. - Actualizar ubicaciones de las MP.
2	Programa de conteo cíclico	6.600	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación constante de las existencias por ubicación en las MP. - Disminuye recuentos en el inventario final. - Corregir posibles errores de ubicación.
3	Implantación del código de barra en el almacén de MP	1.705.000	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso automatizado. - Disminución de errores humanos. - Inventario de las MP en tiempo real

CAPÍTULO VII

POLÍTICAS DE INVENTARIO

7.1. Políticas de inventario para las materias primas seleccionadas

Toda política de inventario está conformado por componentes que interactúan entre sí, tales como: demanda, tiempo de entrega, costos y producto. En este caso se emplea el modelo clásico de Wilson o de la cantidad económica de pedido (punto 2.2.2), es necesario tomar en cuenta las siguientes premisas:

- ✓ La demanda es conocida y uniforme.
- ✓ La revisión del inventario es en forma continua.
- ✓ No se permite escasez.
- ✓ El pedido se recibe en un solo lote.
- ✓ Los costos son constantes.
- ✓ Los precios son constantes.

Para determinar esta política en principio se debe estimar la demanda de cada materia prima en estudio, para ello se tomaron los registros suministrados por la gerencia de mercadeo de los años 2012, 2013 y 2014 bimensualmente, que es el tiempo promedio cuando se efectúan las solicitudes de pedido de materias primas.

7.1.1. Pronóstico de la demanda

Se procede a mostrar el estudio de demanda para el código P0556 como ejemplo, el resto de las MP siguen la misma metodología a describir. En el gráfico 1 se presenta el comportamiento bimensual de la demanda.

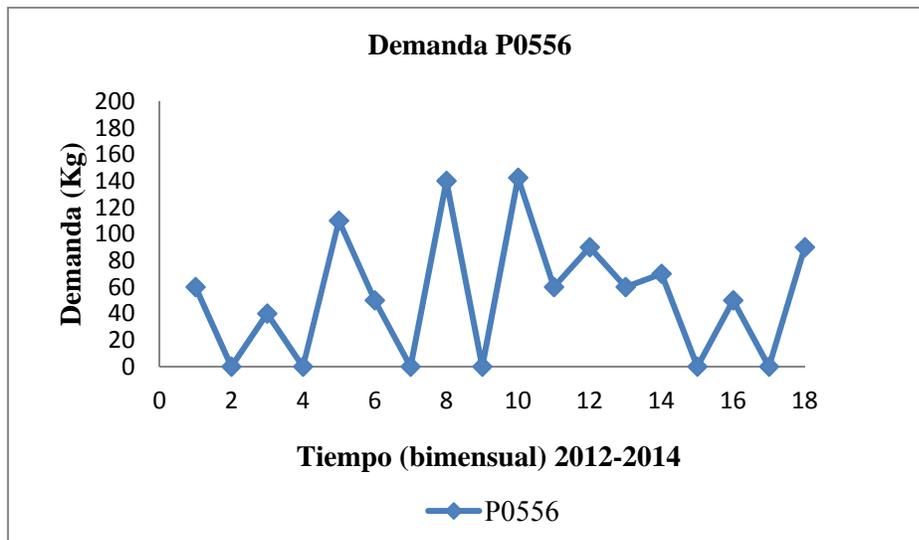


Gráfico 1 Demanda P0556 años 2012- 2014

En el gráfico 1 se observan continuas variaciones que obedecen a la naturaleza estacional del producto final reflejadas en sus materias primas. Los modelos utilizados fueron las series de tiempo por el método de Winters (suavizado exponencial triple) o método de Holt (suavizado exponencial doble), basándose en los valores más bajos del porcentaje promedio absoluto de error (MAPE) y la señal de rastreo (TS_t).

Para este código en particular, se utilizó el método de Winters (punto 2.2.7.), tomando como valores iniciales para el nivel (L_0) y la tendencia (T_0) los coeficientes de la regresión lineal (D_t vs t) de los datos históricos calculados a través de la herramienta Excel (D_t es la demanda histórica y t es el período), siendo

$$D_t' = 46,58 + 0,7249 * t \quad (20)$$

siendo:

$$L_0 = 46,58$$

$$T_0 = 0,7249$$

Ahora bien con la ecuación de la regresión lineal (20), se calcula los valores de demanda estimada (D_t'), para $t = 1$ hasta $t = 18$ que son los valores necesarios para calcular el factor estacional estimado, estos se muestran en la tabla 11.

Cálculo típico:

Para $t = 1$
$$D_1' = 46,58 + 0,7249 * 1 = 47,30$$

Posteriormente se calcula el factor estacional estimado (S_t') con la siguiente ecuación:

$$S_t' = \frac{D_t}{D_t'} \quad (21)$$

Cálculo típico:

Para $t = 1$

$$S_1' = \frac{60}{47,30} = 1,27$$

El resto de los períodos se muestran en la tabla 11.

Luego se calcula el factor estacional (S_t) para los primeros 6 períodos de la siguiente forma:

$$S_t = \frac{1}{r} * \sum_{j=0}^{r-1} S'_{j*p+i} \quad (22)$$

Cálculo típico:

Para $i = 1$, $r = 3$ (correspondientes a los 3 años de datos históricos) y $j = 0$

$$S_1 = \frac{1}{3} * (S'_1 + S'_7 + S'_{13})$$

$$S_1 = \frac{1}{3} * (1,27 + 0 + 1,07) = 0,78$$

De esta manera se obtienen los valores de S_1 a S_6 reflejados en la tabla 12. Ahora se procede a calcular el nivel (L_t), usando un valor de $\alpha = 0,55$ con la ecuación 14 de la página 35:

Tabla 11 Demanda y factor estacional estimado

Tiempo (t)	Demanda (D _t)	Demanda (D _t ')	Factor estacional (S _t ')
0	-	-	-
1	60	47,3049	1,27
2	0	48,0298	0,00
3	40	48,7547	0,82
4	0	49,4796	0,00
5	110	50,2045	2,19
6	50	50,9294	0,98
7	0	51,6543	0,00
8	140	52,3792	2,67
9	0	53,1041	0,00
10	142,4	53,829	2,65
11	60	54,5539	1,10
12	90	55,2788	1,63
13	60	56,0037	1,07
14	70	56,7286	1,23
15	0	57,4535	0,00
16	50	58,1784	0,86
17	0	58,9033	0,00
18	90	59,6282	1,51

Fuente: Elaboración propia

Cálculo típico:

Para t = 1

$$L_1 = 0,55*(D_1 - S_1) + (1-0,55)*(L_0 + T_0)$$

$$L_1 = 0,55*(60 - 0,78) + (1-0,55)*(46,58 + 0,7249) = 54$$

De esta manera se obtienen los valores de L₁ a L₁₈ reflejados en la tabla 12. Para calcular la tendencia (T_t), usando un valor de β = 0,05 con la ecuación 15 de la página 35:

Cálculo típico:

Para $t = 1$

$$T_1 = 0,05*(L_1 - L_0) + (1-0,05)*T_0$$

$$T_1 = 0,05*(54 - 46,58) + (1-0,05)*0,7249 = 1,1$$

De esta manera se obtienen los valores de T_1 a T_{18} reflejados en la tabla 12. Para calcular la estacionalidad (S_t), usando un valor de $\gamma = 0,85$ con la ecuación 16 de la página 35:

Cálculo típico:

Para $t = 1$ siendo $p = 6$

$$S_7 = 0,85*(D_1 - L_1) + (1-0,85)*S_1$$

$$S_7 = 0,85*(60 - 54) + (1-0,85)*0,78 = 5,34$$

De esta manera se obtienen los valores de S_7 a S_{24} reflejados en la tabla 12. Para calcular el pronóstico (F_t) a los primeros 18 períodos de la siguiente forma:

$$F_t = L_{t-1} + T_{t-1} + S_t \quad (23)$$

Cálculo típico:

Para $t = 1$

$$F_1 = L_0 + T_0 + S_1$$

$$F_1 = 46,58 + 0,7249 + 0,78 = 48$$

De esta manera se obtienen los valores de F_1 a F_{18} reflejados en la tabla 12.

Para calcular el pronóstico (F_t) de los períodos 19 al 24, t se mantiene en 18 que es el último valor de la demanda histórico, y n es el período a pronosticar, que varía de 1 a 6 para obtener el año 2015. Se emplea la ecuación 17 de la página 35:

Cálculo típico:

Para $t = 18$ y $n = 1$

$$F_{19} = L_{18} + (1 * T_{18}) + S_{19}$$

$$F_{19} = 49 + (1 * 0,3) + (-20,21) = 29$$

Tabla 12 Cálculo del pronóstico del P0556

Tiempo (t)	Demanda (D _t)	Nivel (L _t)	Tendencia (T _t)	Factor estacional (S _t)	Pronóstico (F _t)
0	-	46,58	0,7249	-	-
1	60	54	1,1	0,78	48
2	0	24	-0,5	1,30	56
3	40	32	0,0	0,27	24
4	0	14	-1,0	1,17	34
5	110	66	1,7	1,10	14
6	50	57	1,2	1,37	69
7	0	23	-0,6	5,34	64
8	140	98	3,2	-20,20	2
9	0	42	0,2	6,48	108
10	142,4	104	3,3	-11,66	31
11	60	60	1,0	37,80	145
12	90	80	1,9	-5,81	56
13	60	80	1,8	-18,98	63
14	70	58	0,6	32,41	115
15	0	45	-0,1	-34,82	23
16	50	31	-0,8	31,08	76
17	0	11	-1,8	5,33	35
18	90	49	0,3	7,37	16
19	-	-	-	-20,21	29
20	-	-	-	15,33	65
21	-	-	-	-43,79	6
22	-	-	-	20,98	71
23	-	-	-	-8,19	43
24	-	-	-	35,60	87

Fuente: Elaboración propia

Para t = 18 y n = 2

$$F_{20} = L_{18} + (1 * T_{18}) + S_{20}$$

$$F_{20} = 49 + (1 * 0,3) + (15,33) = 65$$

Luego se calculan los errores del pronóstico (punto 2.2.7.), la desviación absoluta media (MAD) y la señal de rastreo (TS_t), como con la ecuación 18 de la página 36 y con la ecuación 19 de la página 36:

Cálculo típico:

Para $t = 1$ y $n = 1$

$$MAD_1 = \frac{1}{1} * \sum_{t=1}^1 |48 - 60| = 12$$

$$TS_1 = \frac{1}{12} * \sum_{t=1}^1 48 - 60 = -1,00$$

De esta manera se obtienen los valores de los errores del pronóstico de $t=1$ a $t=18$, estos se muestran en la tabla 13.

En el gráfico 2 se muestra los resultados del modelo mencionado.

De esta forma se obtienen los pronósticos para el código P0556, se emplea el mismo procedimiento para el resto de las materias primas tipo A. Los resultados de cada uno de los modelos se pueden observar en el anexo 3.

La tabla 14 muestra un resumen con los datos de demanda de las materias primas tipo A.

Tabla 13 Errores del pronóstico del código P0556

Tiempo (t)	Error (E_t)	Error Absoluto (A_t)	MAD	TS_t
0	-	-	-	-
1	-12	12	12	-1,00
2	56	56	34	1,30
3	-16	16	28	1,00
4	34	34	29	2,09
5	-96	96	43	-0,80
6	19	19	39	-0,40
7	64	64	42	1,13
8	-138	138	54	-1,65
9	108	108	60	0,31
10	-112	112	65	-1,43
11	85	85	67	-0,13
12	-34	34	64	-0,67
13	3	3	60	-0,66
14	45	45	59	0,09
15	23	23	56	0,51
16	26	26	54	1,01
17	35	35	53	1,69
18	-74	74	54	0,30

Fuente: Elaboración propia

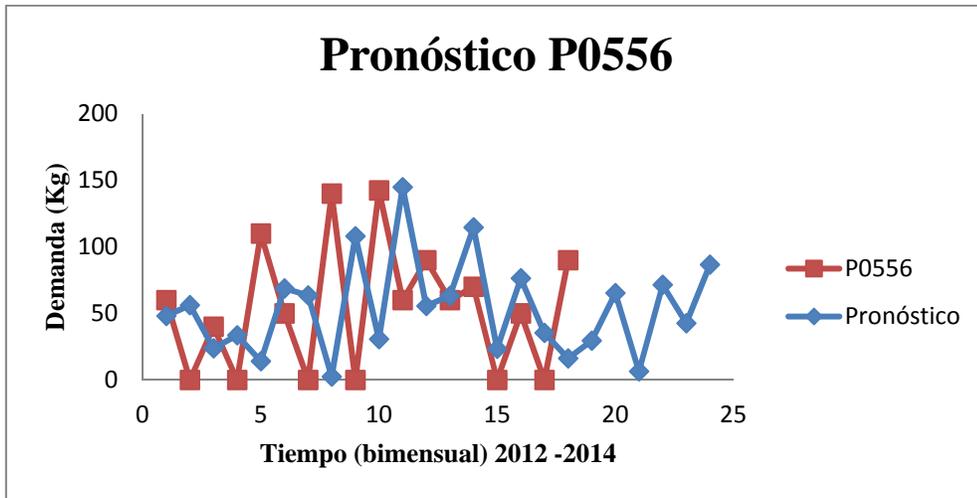


Gráfico 2 Pronóstico de demanda P0556

Tabla 14 Pronóstico de demanda de materias primas tipo A

Código	Demanda (Kg/Año)		
	Mínima	Máxima	Total
P0556	6	87	302
P0020	0	3352	8959
P0204	113	150	790
P0614	17	47	201
P0277	607	6999	20201
P0586	908	2223	9393
P0588	92	109	604
P0173	13	14	83
P0487	597	2297	8412
P0300	229	1593	4606
P0261	187	816	2672
P0501	20	27	139
P0221	516	2660	7857

Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Costos

El segundo paso es el cálculo de los costos totales, esto involucra el costo de ordenamiento, posesión o almacenamiento y compra. Como es una empresa dedicada a solucionar problemas del sector salud, tiene como política no caer en escasez, por lo cual se realizan todos los cálculos sin tomar en cuenta la escasez para los costos de ordenamiento, posesión o almacenamiento y de compras, utilizando las fórmulas descritas en el marco teórico en el punto 2.2.2.

1) Costo de ordenamiento o pedido (K)

Son todos los costos asociados para la emisión de una orden de compra de materia prima. El proceso inicia cuando surge una necesidad de un producto por parte del departamento de ventas, el cual notifica al departamento de planificación la misma, éste identifica los insumos necesarios para mantener continuas las operaciones en la planta.

El procedimiento general de emisión de una orden de compra es el siguiente:

- ✓ El analista de planificación elabora la solicitud de pedido en el sistema SAP.
- ✓ Solicita la aprobación por parte del gerente de planificación.
- ✓ Notifica la colocación de la solicitud de pedido al departamento de compras.
- ✓ El analista de compras solicita tres cotizaciones a tres proveedores.
- ✓ Analiza las cotizaciones en cuanto a precios, calidad vs especificaciones y tiempos de entrega según los establecidos.
- ✓ Solicita autorización por parte del jefe de compras y gerente de compras para la colocación de la orden de compra en el sistema SAP.

El costo de orden fue calculado según datos suministrados por el departamento de finanzas, tanto los gastos totales promedios anuales del año 2014 (tabla 15), estos gastos incluyen todos los gastos de los departamentos de la empresa, es decir, alta gerencia, planificación, producción, almacén, control de calidad, recursos humanos, finanzas, compras, servicio técnico, servicios generales y sistemas;

así como los drivers del costo para realizar el primer prorratio, estos drivers se muestran en la tabla 16.

Entonces se detalla cómo se realizó el primer prorratio para el gasto llamado papelería para el departamento alta gerencia, de igual forma se realizó el mismo procedimiento con el resto de los gastos, para obtener los gastos de los departamentos que están involucrados en el proceso de orden de compra, los cuales son ilustrados en la tabla 16.

Tabla 15 Gastos anuales 2014

Gastos anuales 2014	Bs
Papelería	43056,00
Materiales y suministros	3130,20
Encomiendas de facturas	9240,00
Teléfono servicio nacional	6189,84
Revistas y suscripciones	7392,00
Correo urbano	19703,76
Alquiler de equipos	2011102,20
Cursos actualización profesional	57890,76
Utilidades	705340,80
Bono vacacional	303949,32
Aportes Ince, seguro social, FAOV y otros	31958,55
Seguros	485940,36
Vehículos (cláusula contractual)	12240,00
Aporte caja de ahorros	382953,12
Depreciación muebles y enseres	3205,68
Depreciación equipos (activos)	53220,72
Sub reparto electricidad	4191,84
Sub reparto aguas productivos	14446,32
Sub reparto aire acondicionado general	247069,56
Total	4402221,03

Fuente: Elaboración propia

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - departamento alta gerencia

Bs en papelería = 43056,00 Bs (obtenido de la tabla 15)

Driver del costo es N° Trabajadores

N° Trabajadores en el departamento alta gerencia = 7 (obtenido de la tabla 16)

N° Trabajadores totales = 398 (obtenido de la tabla 16)

Entonces el primer prorrateo es el siguiente:

$$GPAG = \frac{GAP * NTAG}{NT} \quad (24)$$

siendo

GPAG: gasto de papelería de la alta gerencia

GAP: gastos anuales de papelería

NTAG: número de trabajadores de la alta gerencia

NT: número total de trabajadores de la planta

$$GPAG = \frac{43056,00 * 7}{398} = 757,27 \text{ Bs}$$

Entonces el gasto de papelería para el departamento de alta gerencia es de Bs 757,27, el cual está reflejado en la tabla 17.

Luego de realizar el mismo procedimiento descrito se completa la tabla 17, el cual representa el primer prorrateo para cada departamento; se toma en cuenta los departamentos de almacén, compras y planificación, en conjunto con los 6 primeros gastos, los cuales están involucrados en el proceso de orden de compra. Se realizó un segundo prorrateo, ya que es relevante el costo asociado al número de trabajadores involucrados en el proceso de cada departamento, quedando como drivers del costo para el segundo prorrateo los mostrados en la tabla 18.

Entonces el segundo prorrateo para el gasto de papelería del departamento de almacén se realizó de la siguiente manera:

Tabla 16 Driver del costo primer prorrateo

Driver del costo, 1er prorrateo												
Departamentos	N° Trabajadores	N° Envíos	Kws	Líneas Telf.	Salarios (Bs)	m² por Dpto.	N° de carros	N° de viajes	N° de Suscrip.	N° Equipos Alq.	N° Activos	N° Muebles
Alta Gerencia	7	72	1800	7	3360000	300	7	0	5	0	35	14
Planificación	8	60	2400	8	1008000	70	7	24	1	0	40	16
Producción	233	36	48000	4	29496000	900	50	0	0	2	230	50
Almacén	45	48	24000	4	6168000	2600	30	48	1	6	67	30
Calidad	28	48	3600	9	4404000	300	22	480	3	0	210	30
RRHH	5	120	2400	5	780000	120	4	120	1	0	25	10
Finanzas	5	24	1800	5	900000	60	5	24	2	0	25	15
Compras	10	180	1440	10	1800000	120	10	132	15	0	50	20
Servicio técnico	35	36	3600	4	4680000	360	30	48	5	1	50	15
Servicios generales	20	0	600	4	2880000	180	13	0	1	1	30	8
Sistemas	2	0	600	1	360000	120	2	72	4	0	10	5
Total	398	624	90240	61	55836000	5130	180	948	38	10	772	213

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Primer prorrateo de costos (parte 1)

Gastos anuales 2014	Bs	Driver del costo	Departamentos					
			Alta gerencia (Bs)	Planificación (Bs)	Producción (Bs)	Almacén (Bs)	Calidad (Bs)	RRHH (Bs)
Papelería	43056,00	N° Trabajadores	757,27	865,45	25206,15	4868,14	3029,07	540,90
Materiales y suministros	3130,20	N° Trabajadores	55,05	62,92	1832,50	353,92	220,22	39,32
Encomiendas de facturas	9240,00	N° Facturas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Líneas telefónicas						
Teléfono servicio nacional	6189,84	telefónicas	710,31	811,78	405,89	405,89	913,26	507,36
Revistas y suscripciones	7392,00	N° de Suscrip..	972,63	194,53	0,00	194,53	583,58	194,53
Correo urbano	19703,76	N° de envíos	2273,51	1894,59	1136,76	1515,67	1515,67	3789,18
Alquiler de equipos	2011102,20	N° Equipos Alq.	0,00	0,00	402220,44	1206661,32	0,00	0,00
Cursos actualización profesional	57890,76	N° Trabajadores	1018,18	1163,63	33890,82	6545,44	4072,72	727,27
Utilidades	705340,80	Según salarios	42444,75	12733,43	372604,27	77916,43	55632,94	9853,25
Bono vacacional	303949,32	Según salarios	18290,52	5487,16	160564,67	33576,18	23973,65	4246,01
Aportes Ince, seguro social, FAOV y otros	31958,55	Según salarios	1923,15	576,94	16882,47	3530,34	2520,69	446,44
Seguros	485940,36	m ² por Dpto.	28417,56	6630,77	85252,69	246285,56	28417,56	11367,03
Vehículos (cláusula contractual)	12240,00	N° de carros	476,00	476,00	3400,00	2040,00	1496,00	272,00
Aporte caja de ahorros	382953,12	N° Trabajadores	6735,36	7697,55	224191,15	43298,72	26941,43	4810,97
Depreciación muebles y enseres	3205,68	N° Muebles	210,70	240,80	752,51	451,50	451,50	150,50
Depreciación equipos (activos)	53220,72	N° Activos	2412,86	2757,55	15855,91	4618,90	14477,14	1723,47
Sub reparto electricidad	4191,84	Kws	83,61	111,49	2229,70	1114,85	167,23	111,49
Sub reparto aguas productivos	14446,32	N° Trabajadores	254,08	290,38	8457,27	1633,38	1016,32	181,49
Sub reparto aire acondicionado general	247069,56	Kws	4928,25	6571,00	131419,98	65709,99	9856,50	6571,00
Total	4402221,03		111963,79	48565,96	1486303,19	1700720,76	175285,47	45532,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Primer prorrateo de costos (parte 2)

Gastos anuales 2014	Bs	Driver del costo	Departamentos					Total (Bs)
			Finanzas (Bs)	Compras (Bs)	Servicio técnico (Bs)	Servicios generales (Bs)	Sistemas (Bs)	
Papelería	43056,00	N° Trabajadores	540,90	1081,81	3786,33	2163,62	216,36	43056,00
Materiales y suministros	3130,20	N° Trabajadores	39,32	78,65	275,27	157,30	15,73	3130,20
Encomiendas de facturas	9240,00	N° Facturas	0,00	9240,00	0,00	0,00	0,00	9240,00
Teléfono servicio nacional	6189,84	Líneas telefónicas	507,36	1014,73	405,89	405,89	101,47	6189,84
Revistas y suscripciones	7392,00	N° de Suscrip.	389,05	2917,89	972,63	194,53	778,11	7392,00
Correo urbano	19703,76	N° de envíos	757,84	5683,78	1136,76	0,00	0,00	19703,76
Alquiler de equipos	2011102,20	N° Equipos Alq.	0,00	0,00	201110,22	201110,22	0,00	2011102,20
Cursos actualización profesional	57890,76	N° Trabajadores	727,27	1454,54	5090,90	2909,08	290,91	57890,76
Utilidades	705340,80	Según salarios	11369,13	22738,26	59119,47	36381,21	4547,65	705340,80
Bono vacacional	303949,32	Según salarios	4899,25	9798,50	25476,09	15677,59	1959,70	303949,32
Aportes Ince, seguro social, FAOV y otros	31958,55	Según salarios	515,13	1030,26	2678,67	1648,41	206,05	31958,55
Seguros	485940,36	m ² por Dpto.	5683,51	11367,03	34101,08	17050,54	11367,03	485940,36
Vehículos (cláusula contractual)	12240,00	N° de carros	340,00	680,00	2040,00	884,00	136,00	12240,00
Aporte caja de ahorros	382953,12	N° Trabajadores	4810,97	9621,94	33676,78	19243,88	1924,39	382953,12
Depreciación muebles y enseres	3205,68	N° Muebles	225,75	301,00	225,75	120,40	75,25	3205,68
Depreciación equipos (activos)	53220,72	N° Activos	1723,47	3446,94	3446,94	2068,16	689,39	53220,72
Sub reparto electricidad	4191,84	Kws	83,61	66,89	167,23	27,87	27,87	4191,84
Sub reparto aguas productivos	14446,32	N° Trabajadores	181,49	362,97	1270,41	725,95	72,59	14446,32
Sub reparto aire acondicionado								
General	247069,56	Kws	4928,25	3942,60	9856,50	1642,75	1642,75	247069,56
Total	4402221,03		37722,31	84827,78	384836,90	302411,40	24051,25	4402221,03

Fuente: Elaboración propia

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - departamento almacén

Bs en papelería = 4868,14 Bs (obtenido de la tabla 17)

N° Trabajadores involucrados del almacén = 5 (obtenido de la tabla 18)

N° Trabajadores totales del almacén = 45 (obtenido de la tabla 18)

Tabla 18 Driver del costo segundo prorrateo

Driver del costo, 2do prorrateo		
Departamentos	N° Trabajadores involucrados	N° Trabajadores total Dpto.
Planificación	2	8
Almacén	5	45
Compras	2	10

Fuente: Elaboración propia

Entonces el segundo prorrateo para el departamento del almacén es el siguiente:

$$GPD = \frac{GAPD * NTI}{NTD} \quad (25)$$

siendo

GPD: gastos de papelería del departamento a prorratear

GAPD: gastos anuales de papelería del departamento a prorratear

NTI: número de trabajadores involucrados

NTD: número total de trabajadores del departamento a prorratear

$$GPD \text{ almacén} = \frac{4868,14 * 5}{45} = 540,90 \text{ Bs}$$

Entonces el gasto de papelería para el departamento de almacén es de Bs 540,90, el cual está reflejado en la tabla 19.

Tabla 19 Segundo prorrateo para costos de ordenamiento (almacén)

Gastos anuales 2014	Bs (Almacén)	Driver del costo	Almacén (Bs)
Papelería	4868,14		540,90
Materiales y suministros	353,92	N° Trabajadores	39,32
Encomiendas de facturas	0,00	involucrados en el	0,00
Teléfono servicio nacional	405,89	proceso de orden de	45,10
Revistas y suscripciones	194,53	compra	21,61
Correo urbano	1515,67		168,41

Fuente: Elaboración propia

Ahora el segundo prorrateo para el gasto de papelería del departamento de planificación se realizó de la siguiente manera:

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - departamento planificación

Bs en papelería = 865,45 Bs (obtenido de la tabla 17)

N° Trabajadores involucrados de planificación = 2 (obtenido de la tabla 18)

N° Trabajadores totales de planificación = 8 (obtenido de la tabla 18)

Entonces el segundo prorrateo para el departamento de planificación, se emplea la ecuación 25 de la página 100:

$$\text{GPD planificación} = \frac{865,45 * 2}{8} = 216,36 \text{ Bs}$$

Entonces el gasto de papelería para el departamento de planificación es de Bs 216,36, el cual está reflejado en la tabla 20.

Tabla 20 Segundo prorratio para costos de ordenamiento (planificación)

Gastos anuales 2014	Bs (Planificación)	Driver del costo	Planificación (Bs)
Papelería	865,45		216,36
Materiales y suministros	62,92	N° Trabajadores	15,73
Encomiendas de facturas	0,00	involucrados en el	0,00
Teléfono servicio nacional	811,78	proceso de orden de	202,95
Revistas y suscripciones	194,53	compra	48,63
Correo urbano	1894,59		473,65

Fuente: Elaboración propia

En el segundo prorratio para el gasto de papelería del departamento de compras se realizó de la siguiente manera:

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - departamento compras

Bs en papelería = 1081,81 Bs (obtenido de la tabla 17)

N° Trabajadores involucrados de compras = 2 (obtenido de la tabla 18)

N° Trabajadores totales de compras = 10 (obtenido de la tabla 18)

Entonces el segundo prorratio para el departamento de compras, se emplea la ecuación 25 de la página 100:

$$\text{GPD compras} = \frac{1081,81 * 2}{10} = 216,36 \text{ Bs}$$

Entonces el gasto de papelería para el departamento de compras es de Bs 216,36, el cual está reflejado en la tabla 21.

Tabla 21 Segundo prorrateo para costos de ordenamiento (compras)

Gastos anuales 2014	Bs (Compras)	Driver del costo	Compras (Bs)
Papelería	1081,81		216,36
Materiales y suministros	78,65	Nº Trabajadores	15,73
Encomiendas de facturas	9240,00	involucrados en el	1848,00
Teléfono servicio nacional	1014,73	proceso de orden de	202,95
Revistas y suscripciones	2917,89	compra	583,58
Correo urbano	5683,78		1136,76

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtenido los costos de los departamentos almacén, planificación y compras, se suman para obtener el costo asociado a la orden compra para cada gasto expuesto en las tablas 19, 20 y 21. Esta sumatoria se muestra en la tabla 22.

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - departamentos almacén, planificación y compras

Bs en papelería departamento de almacén = 540,90 Bs (obtenido de la tabla 19)

Bs en papelería departamento de planificación = 216,36 Bs (obtenido de la tabla 20)

Bs en papelería departamento de compras = 216,36 Bs (obtenido de la tabla 21)

$$GTP = GPDA + GPDP + GPDC \quad (26)$$

siendo

GTP: gastos totales de papelería

GPDA: gastos de papelería del departamento del almacén

GPDP: gastos de papelería del departamento de planificación

GPDC: gastos de papelería del departamento de compras

$$GTP = 540,90 + 216,36 + 216,36 = 973,62 \text{ Bs}$$

Ahora bien se realiza un tercer prorrateo para obtener un estimado del costo asociado a cada materia prima en función del inventario promedio, por tanto es el tercer driver del costo, mostrado en la tabla 23.

Tabla 22 Costos asociados a la orden de compra (almacén, planificación y compras)

Gastos anuales 2014	Bs (Almacén, planificación y compras)
Papelería	973,62
Materiales y suministros	70,78
Encomiendas de facturas	1848,00
Teléfono servicio nacional	450,99
Revistas y suscripciones	653,82
Correo urbano	1778,81

Fuente: Elaboración propia

Entonces el tercer prorrateo para el gasto de papelería del departamento de almacén, planificación y compras se realizó de la siguiente manera:

Cálculo típico:

Gasto: Papelería - dep. almacén, planificación y compras código P0556

Bs en papelería = 973,62 Bs (obtenido de la tabla 22)

Inventario promedio para P0556 = 33,80 Kg (obtenido de la tabla 23)

Inventario promedio total = 270297,3 Kg (obtenido de la tabla 23)

El tercer prorrateo para el código P0556 es el siguiente:

$$GPC = \frac{GP * IP}{IPT} \quad (27)$$

siendo

GPC: gastos de papelería del almacén, planificación y compras para un código

GP: gastos de papelería del almacén, planificación y compras

IP: inventario promedio del código

IPT: inventario promedio total

Tabla 23 Driver del costo tercer prorateo

Materias primas	Inventario promedio (Kg)
P0556	33,8
P0020	2087,5
P0204	120,0
P0614	19,0
P0277	2890,0
P0586	3620,3
P0588	81,3
P0173	13,3
P0487	1000,0
P0300	540,0
P0261	470,0
P0501	81,3
P0221	660,5
Total	*270297,3

* Inventario promedio de todas las materias primas

Fuente: Elaboración propia

$$GPC = \frac{973,62 * 33,80}{270297,3} = 0,12 \text{ Bs}$$

Entonces el gasto de papelería para los departamentos involucrados es de Bs 0,12, el cual está reflejado en la tabla 24. Los costos de materiales y suministros, encomiendas de facturas, teléfono servicio nacional, revistas y suscripciones y el correo urbano, fueron calculados como el costo de papelería mostrado en el cálculo típico.

Para el caso del costo de personal se realizó un prorateo en función del inventario promedio del salario de las personas involucradas en los departamentos de planificación, almacén y compras, los cuales se muestran en la tabla 25.

Cálculo típico:

Prorratio de salario planificación código P0556

Bs salarios de planificación = 432000 Bs (obtenido de la tabla 25)

Inventario promedio para P0556 = 33,80 Kg (obtenido de la tabla 23)

Inventario promedio total = 270297,3 Kg (obtenido de la tabla 23)

El prorratio de salarios de planificación para el código P0556 es el siguiente:

$$PSD = \frac{SD * IP}{IPT} \quad (28)$$

siendo

PSD: prorratio de salarios del departamento

SD: salarios totales del departamento

$$PSD \text{ planificación} = \frac{432000 * 33,80}{270297,3} = 54,02 \text{ Bs}$$

Cálculo típico:

Prorratio de salario almacén código P0556

Bs salarios del almacén = 696000 Bs (obtenido de la tabla 25)

Inventario promedio para P0556 = 33,80 Kg (obtenido de la tabla 23)

Inventario promedio total = 270297,3 Kg (obtenido de la tabla 23)

Tabla 24 Constante del costo de ordenamiento

Materia prima	Costo de comunicación (Bs):				Costo de personal (Bs)	Costo de suministro y papelería (Bs):		K (Bs/Orden)
	Encomiendas de facturas	Teléfono servicio nacional	Revistas y suscripciones	Correo urbano		Papelería	Materiales y suministros	
P0556	0,23	0,06	0,08	0,22	99,04	0,12	0,01	99,76
P0020	14,27	3,48	5,05	13,74	6116,6	7,52	0,55	6161,21
P0204	0,82	0,2	0,29	0,79	351,61	0,43	0,03	354,18
P0614	0,13	0,03	0,05	0,13	55,67	0,07	0	56,08
P0277	19,76	4,82	6,99	19,02	8468,01	10,41	0,76	8529,77
P0586	24,75	6,04	8,76	23,82	10607,87	13,04	0,95	10685,23
P0588	0,56	0,14	0,2	0,54	238,22	0,29	0,02	239,95
P0173	0,09	0,02	0,03	0,09	38,97	0,05	0	39,25
P0487	6,84	1,67	2,42	6,58	2930,11	3,6	0,26	2951,48
P0300	3,69	0,9	1,31	3,55	1582,26	1,95	0,14	1593,8
P0261	3,21	0,78	1,14	3,09	1377,15	1,69	0,12	1387,19
P0501	0,56	0,14	0,2	0,54	238,22	0,29	0,02	239,95
P0221	4,52	1,1	1,6	4,35	1935,34	2,38	0,17	1949,45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Salarios personal para MP anuales

Salarios anuales (Bs)			Planificación	Almacén	Compras	
		Materias primas	Inventario promedio (Kg)	Prorrateso salarios (Bs)	Prorrateso salarios (Bs)	Prorrateso salarios (Bs)
Planificación*	432000					
Almacén**	696000	P0556	33,80	54,02	87,03	45,02
Compras***	360000	P0020	2087,50	3336,33	5375,19	2780,27
		P0204	120	191,79	308,99	159,82
		P0614	19	30,37	48,92	25,31
		P0277	2890	4618,91	7441,58	3849,09
		P0586	3620,3	5786,11	9322,06	4821,76
		P0588	81,3	129,94	209,34	108,28
		P0173	13,3	21,26	34,25	17,71
		P0487	1000	1598,24	2574,94	1331,87
		P0300	540	863,05	1390,47	719,21
		P0261	470	751,17	1210,22	625,98
		P0501	81,3	129,94	209,34	108,28
		P0221	660,5	1055,64	1700,75	879,70
		Total	270297,3			

* 1 analista, 1 gerente. ** 1 supervisor, 3 ayudantes de almacén y 1 asistente. *** 2 analista

Fuente: Elaboración propia

El prorrateo de salarios del almacén para el código P0556, se utiliza la ecuación 28 de la página 106:

$$\text{PSD almacén} = \frac{696000 * 33,80}{270297,3} = 87,03 \text{ Bs}$$

Cálculo típico:

Prorrateo de salario compras código P0556

Bs salarios del compras = 360000 Bs (obtenido de la tabla 25)

Inventario promedio para P0556 = 33,80 Kg (obtenido de la tabla 23)

Inventario promedio total = 270297,3 Kg (obtenido de la tabla 23)

El prorrateo de salarios de compras para el código P0556, se utiliza la ecuación 28 de la página 106:

$$\text{PSD compras} = \frac{360000 * 33,80}{270297,3} = 45,02 \text{ Bs}$$

Entonces para el costo de personal del código P0556 en la tabla 24, se calculó con la sumatoria del prorrateo de salarios del departamento de planificación y compras.

Cálculo típico:

Costo de personal código P0556

Bs prorrateo salarios de planificación = 54,02 Bs (obtenido de la tabla 25)

Bs prorrateo salarios de compras = 45,02 Bs (obtenido de la tabla 25)

$$\text{CPC} = \text{SPP} + \text{SPC} \quad (29)$$

siendo

CPC: costo de personal por código

SPP: salarios prorrateado para el departamento de planificación

SPC: salarios prorrateado para el departamento de compras

$$\text{CPC} = 54,02 + 45,02 = 99,04 \text{ Bs}$$

Entonces la constante del costo total de ordenamiento (K) es la suma del costo de comunicación, costo del personal y costo de suministros y papelería, tal como se muestran en la tabla 24.

Cálculo típico:

Constante del costo total de ordenamiento (K) para código P0556

Bs en papelería = 0,12 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en materiales y suministros = 0,01 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en encomiendas de facturas = 0,23 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en teléfono servicio nacional = 0,06 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en revistas y suscripciones = 0,08 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en correo urbano = 0,22 Bs (obtenido de la tabla 24)

Bs en costo de personal = 99,04 Bs (obtenido de la tabla 24)

$$K = \text{BsP} + \text{BsMS} + \text{BsE} + \text{BsT} + \text{BsRS} + \text{BsC} + \text{BsCP} \quad (30)$$

siendo

K: constante del costo total de ordenamiento

BsP: costo en papelería por código

BsMS: costo en materiales y suministros por código

BsE: costo de encomiendas de facturas por código

BsT: costo de teléfono servicio nacional por código

BsRS: costo de revistas y suscripciones por código

BsC: costo de correo urbano por código

BsCP: costo de personal por código

$$K = 0,12 + 0,01 + 0,23 + 0,06 + 0,08 + 0,22 + 99,04 = 99,76 \text{ Bs/orden}$$

2) Costo por mantener por unidad por año (H)

Involucra todos los costos para mantener o poseer un inventario; estos están reflejados en la tabla 17 sin tomar en cuenta los primeros 6 costos de la tabla 17, ya que estos fueron involucrados en el cálculo de costo de ordenamiento, y sólo se toma en cuenta la columna de los costos del departamento del almacén.

Se realizó un prorrateo tomando como driver del costo el inventario promedio (tabla 23), para obtener una aproximación de los costos asociados a cada materia prima en estudio. Los resultados de estos se presentan en la tabla 26. Se ilustra el cálculo típico para el costo de utilidades para el código P0556.

Cálculo típico:

Costo: Utilidades del código P0556

Bs utilidades del departamento del almacén = 77916,43 Bs (obtenido de la tabla 17)

Inventario promedio para P0556 = 33,80 Kg (obtenido de la tabla 23)

Inventario promedio total = 270297,3 Kg (obtenido de la tabla 23)

El prorrateo de utilidades para el código P0556 es el siguiente:

$$PU = \frac{BsU * IP}{IPT} \quad (31)$$

siendo

PU: prorrateo de utilidades

BsU: costo de utilidades del departamento del almacén

$$PU = \frac{77916,43 * 33,80}{270297,3} = 9,74 \text{ Bs}$$

Tabla 26 Costo por mantener por unidad por año (parte 1)

	P0556 (Bs)	P0020 (Bs)	P0204 (Bs)	P0614 (Bs)	P0277 (Bs)	P0586 (Bs)
Mano de Obra:						
Utilidades	9,74	601,75	34,59	5,48	833,08	1043,59
Bono vacacional	4,20	259,31	14,91	2,36	358,99	449,71
Aportes Ince, seguro social, FAOV y otros	0,44	27,26	1,57	0,25	37,75	47,28
Vehículos (cláusula contractual)	0,26	15,75	0,91	0,14	21,81	27,32
Aporte caja de ahorros	5,41	334,40	19,22	3,04	462,95	579,93
Salarios personal de almacén	87,03	5375,19	308,99	48,92	7441,58	9322,06
Carga Fabril:						
Alquiler de equipos	150,89	9319,02	535,70	84,82	12901,54	16161,74
Sub reparto electricidad	0,14	8,61	0,49	0,08	11,92	14,93
Sub reparto aguas productivos	0,20	12,61	0,73	0,11	17,46	21,88
Sub reparto aire acondicionado general	8,22	507,48	29,17	4,62	702,57	880,10
Depreciación:						
Depreciación muebles y enseres	0,06	3,49	0,20	0,03	4,83	6,05
Depreciación equipos (activos)	0,58	35,67	2,05	0,32	49,38	61,86
Seguros:	30,80	1902,06	109,34	17,31	2633,27	3298,69
H (Bs/Kg*año)	297,97	18402,60	1057,87	167,50	25477,13	31915,17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Costo por mantener por unidad por año (parte 2)

	P0588 (Bs)	P0173 (Bs)	P0487 (Bs)	P0300 (Bs)	P0261 (Bs)	P0501 (Bs)	P0221 (Bs)
Mano de obra:							
Utilidades	23,44	3,83	288,26	155,66	135,48	23,44	190,40
Bono vacacional	10,10	1,65	124,22	67,08	58,38	10,10	82,05
Aportes Ince, seguro social, FAOV y otros	1,06	0,17	13,06	7,05	6,14	1,06	8,63
Vehículos (cláusula contractual)	0,61	0,10	7,55	4,08	3,55	0,61	4,98
Aporte caja de ahorros	13,02	2,13	160,19	86,50	75,29	13,02	105,80
Salarios personal de almacén	209,34	34,25	2574,94	1390,47	1210,22	209,34	1700,75
Carga fabril:							
Alquiler de equipos	362,94	59,37	4464,20	2410,67	2098,17	362,94	2948,60
Sub reparto electricidad	0,34	0,05	4,12	2,23	1,94	0,34	2,72
Sub reparto aguas productivos	0,49	0,08	6,04	3,26	2,84	0,49	3,99
Sub reparto aire acondicionado general	19,76	3,23	243,10	131,28	114,26	19,76	160,57
Depreciación:							
Depreciación muebles y enseres	0,14	0,02	1,67	0,90	0,79	0,14	1,10
Depreciación equipos (activos)	1,39	0,23	17,09	9,23	8,03	1,39	11,29
Seguros:							
H (Bs/Kg*año)	74,08	12,12	911,17	492,03	428,25	74,08	601,82
	716,71	117,25	8815,61	4760,43	4143,34	716,71	5822,71

Fuente: Elaboración propia

3) Costo total del inventario

Se calcula el Q óptimo con la ecuación 5 de la página 25, para luego obtener los costos de ordenamiento y costo de posesión; los resultados están mostrados en la tabla 27.

Cálculo típico:

Cantidad óptima de pedido para el código P0556

K = 99,76 Bs/orden (obtenido de la tabla 27)

D = 302 Kg/año (obtenido de la tabla 27)

H = 297,97 Bs/Kg*año (obtenido de la tabla 27)

$$Q \text{ óptimo} = \sqrt{\frac{2*302*99,76}{297,97}} = 14 \text{ Kg}$$

Tabla 27 Cantidad óptima de pedido

Código	K (Bs/orden)	D (Kg/año)	H (Bs/Kg*año)	Q óptimo (Kg)
P0556	99,76	302	297,97	14
P0020	6161,21	8959	18402,60	77
P0204	354,18	790	1057,87	23
P0614	56,08	201	167,50	12
P0277	8529,77	20201	25477,13	116
P0586	10685,23	9393	31915,17	79
P0588	239,95	604	716,71	20
P0173	39,25	83	117,25	7
P0487	2951,48	8412	8815,61	75
P0300	1593,80	4606	4760,43	56
P0261	1387,19	2672	4143,34	42
P0501	239,95	139	716,71	10
P0221	1949,45	7857	5822,71	73

Fuente: Elaboración propia

4) Costo de ordenamiento

Se calcula el costo de ordenamiento con la ecuación 2 de la página 23; los resultados están mostrados en la tabla 28.

Cálculo típico:

Costo de ordenamiento para el código P0556

K = 99,76 Bs/orden (obtenido de la tabla 28)

D = 302 Kg/año (obtenido de la tabla 28)

Q óptimo = 14 Kg (obtenido de la tabla 28)

$$CO = \frac{99,76 * 302}{14} = 2118,61 \text{ Bs/año}$$

Tabla 28 Costos de ordenamiento

Código	K (Bs/orden)	D (Kg/año)	Q óptimo (Kg)	CO (Bs/año)
P0556	99,76	302	14	2118,61
P0020	6161,21	8959	77	712667,86
P0204	354,18	790	23	12165,38
P0614	56,08	201	12	971,59
P0277	8529,77	20201	116	1481546,20
P0586	10685,23	9393	79	1265545,15
P0588	239,95	604	20	7206,76
P0173	39,25	83	7	437,04
P0487	2951,48	8412	75	330811,47
P0300	1593,80	4606	56	132186,36
P0261	1387,19	2672	42	87628,83
P0501	239,95	139	10	3457,23
P0221	1949,45	7857	73	211169,95

Fuente: Elaboración propia

5) Costo de posesión

Se calcula el costo de posesión con la ecuación 3 de la página 23; los resultados están mostrados en la tabla 29.

Cálculo típico:

Costo de posesión para el código P0556

H = 297,97 Bs/Kg*año (obtenido de la tabla 29)

Q óptimo = 14 Kg (obtenido de la tabla 29)

$$CP = \frac{297,97 * 14}{2} = 2118,61 \text{ Bs/año}$$

Tabla 29 Costos de posesión

Código	H (Bs/Kg*año)	Q óptimo (Kg)	CP (Bs/año)
P0556	297,97	14	2118,61
P0020	18402,60	77	712667,86
P0204	1057,87	23	12165,38
P0614	167,50	12	971,59
P0277	25477,13	116	1481546,20
P0586	31915,17	79	1265545,15
P0588	716,71	20	7206,76
P0173	117,25	7	437,04
P0487	8815,61	75	330811,47
P0300	4760,43	56	132186,36
P0261	4143,34	42	87628,83
P0501	716,71	10	3457,23
P0221	5822,71	73	211169,95

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el costo de posesión es igual al costo de ordenamiento, tal cual como indica la premisa del modelo de Wilson (punto 2.2.7.), para la obtención de la cantidad óptima de pedido.

6) Costo de compra

Se calcula el costo de compra con la ecuación 4 de la página 23; los resultados están mostrados en la tabla 30.

Cálculo típico:

Costo de compra para el código P0556

$Cu = 28826,8$ Bs/Kg (obtenido de la tabla 30)

$D = 302$ Kg/año (obtenido de la tabla 30)

$$CC = 28826,8 * 302 = 8705696,4 \text{ Bs/año}$$

Tabla 30 Costos de compra

Código	Cu (Bs/Kg)	D (Kg/año)	CC (Bs/año)
P0556	28826,8	302	8705696,4
P0020	453,9	8959	4066511,6
P0204	1924,6	790	1520418,2
P0614	17005,1	201	3418016,7
P0277	203,2	20201	4105441,1
P0586	60,3	9393	566326,5
P0588	1465,3	604	885064,2
P0173	6127,9	83	508618,8
P0487	314,5	8412	2645775,9
P0300	549,2	4606	2529539,7
P0261	427,5	2672	1142380,5
P0501	1996,0	139	277438,9
P0221	163,4	7857	1283500,7

Fuente: Elaboración propia

7) Costo total del inventario

Se calcula el costo total del inventario óptimo con la ecuación 6 de la página 25; los resultados están mostrados en la tabla 31.

Cálculo típico:

Costo total óptimo para el código P0556

K = 99,76 Bs/orden (obtenido de la tabla 31)

D = 302 Kg/año (obtenido de la tabla 31)

H = 297,97 Bs/Kg*año (obtenido de la tabla 31)

CC = 8705696,4 Bs/año (obtenido de la tabla 30)

CT óptimo = $\sqrt{2 * 99,76 * 302 * 297,97} + 8705696,4 = 8709933,6$ Bs/año

Tabla 31 Costo total del inventario

Código	K (Bs/orden)	D (Kg/año)	H (Bs/Kg*año)	CC (Bs/año)	CT (Bs/año)
P0556	99,76	302	297,97	8705696,4	8709933,6
P0020	6161,21	8959	18402,60	4066511,6	5491847,3
P0204	354,18	790	1057,87	1520418,2	1544749,0
P0614	56,08	201	167,50	3418016,7	3419959,8
P0277	8529,77	20201	25477,13	4105441,1	7068533,6
P0586	10685,23	9393	31915,17	566326,5	3097416,8
P0588	239,95	604	716,71	885064,2	899477,7
P0173	39,25	83	117,25	508618,8	509492,9
P0487	2951,48	8412	8815,61	2645775,9	3307398,8
P0300	1593,80	4606	4760,43	2529539,7	2793912,4
P0261	1387,19	2672	4143,34	1142380,5	1317638,1
P0501	239,95	139	716,71	277438,9	284353,4
P0221	1949,45	7857	5822,71	1283500,7	1705840,6

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizado los cálculos de costos totales, se puede observar en la tabla 31 que los códigos P0556, P0277 y P0020 representan los mayores costos (Bs 21.270.314,5) con un 53% de los costos totales (Bs 40.150.553,9), de las 13 materias primas tipo A en estudio para el año 2014.

8) Tiempo óptimo de pedido

Se calcula el tiempo óptimo de pedido con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{Q_{\text{óptimo}}}{D} \quad (32)$$

siendo

T: tiempo óptimo de pedido

Los resultados se presentan en la tabla 32.

Cálculo típico:

Tiempo óptimo de pedido para el código P0556

Q óptimo = 14 Kg (obtenido de la tabla 32)

D = 302 Kg/año (obtenido de la tabla 32)

$$T(\text{año}) = \frac{14}{302} = 0,05 \text{ años}$$

$$T(\text{mes}) = 0,05 * 12 = 0,6 \text{ meses}$$

$$T(\text{días}) = 0,6 * 30 = 18 \text{ días}$$

Estos cálculos de tiempo óptimo de pedido, se calcularon en días para expresar de una manera más fácil el tiempo en el cual se sugiere realizar los pedidos de cada materia prima, aunque en la realidad los pedidos se hacen por grupos de familias para cada producto a fabricar y dependiendo del consumo de la existencia durante el año.

Tabla 32 Tiempo óptimo de pedido

Código	Q óptima (Kg)	D (Kg/año)	T (año)	T (mes)	T (días)
P0556	14	302	0,05	0,6	18
P0020	77	8959	0,01	0,1	3
P0204	23	790	0,03	0,3	9
P0614	12	201	0,06	0,7	21
P0277	116	20201	0,01	0,1	3
P0586	79	9393	0,01	0,1	3
P0588	20	604	0,03	0,4	12
P0173	7	83	0,09	1,1	33
P0487	75	8412	0,01	0,1	3
P0300	56	4606	0,01	0,1	3
P0261	42	2672	0,02	0,2	6
P0501	10	139	0,07	0,8	24
P0221	73	7857	0,01	0,1	3

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un estudio de proveedores en cuanto a la mínima cantidad a despachar (presentación) y los tiempos de entrega, estos fueron comparados con los resultados obtenidos del método de cantidad económica de pedido, en cuanto a cantidad óptima y el tiempo óptimo de pedido, se reajustó los resultados obtenidos del método a los requeridos por los proveedores. Se calcula la Q óptima para proveedor con la ecuación 33, los resultados se presentan en la tabla 33.

$$Q \text{ óptima prov.} = \frac{Q_{\text{óptimo}} * T_{\text{entrega}}}{T_{\text{método}}} \quad (33)$$

siendo

T_{entrega}: tiempos de entrega por parte del proveedor.

T_{método}: tiempo óptimo de pedido, resultado del método.

Q_{óptimo}: cantidad óptima de pedido, resultado del método.

Cálculo típico:

Q óptimo para proveedor del código P0556

Q óptimo = 14 Kg (obtenido de la tabla 32)

Tentrega = 150 días (obtenido de la tabla 33)

Tmétodo = 18 días (obtenido de la tabla 32)

$$Q \text{ óptima prov.} = \frac{14 * 150}{18} = 117 \text{ Kg}$$

Tabla 33 Estudio de proveedores

Código	Método de cantidad económica de pedido		Evaluación de Proveedores			
	Q óptima (Kg)	T (días)	Presentación (Kg)	Tiempos de entrega (días)	Q óptima prov. (Kg)	Q óptima present. (días)
P0556	14	18	5	150	117	120
P0020	77	3	25	150	3850	3850
P0204	23	9	25	150	383	400
P0614	12	21	5	150	86	90
P0277	116	3	25	150	5800	5800
P0586	79	3	100	210	5530	5600
P0588	20	12	25	150	250	250
P0173	7	33	10	150	32	40
P0487	75	3	25	210	5250	5250
P0300	56	3	25	180	3360	3375
P0261	42	6	40	180	1260	1280
P0501	10	24	25	150	63	75
P0221	73	3	25	150	3650	3650

Fuente: Elaboración propia

Pero como la presentación del proveedor es de 5Kg, de 117 Kg se lleva a 120Kg, que es la cantidad óptima según la presentación del proveedor. Estos resultados sirven como referencia para el departamento de planificación, al momento de colocar las solicitudes de pedido de las materias primas, según los tiempos de entrega establecidos por el proveedor, disminuyendo así los costos de ordenamiento y obteniendo las MP a tiempo para la producción de los medicamentos.

CONCLUSIONES

Para disminuir los desajustes de inventario en el almacén de materias primas, se establecieron 3 propuestas; la primera, es cambiar el procedimiento de recepción y almacenamiento de materias primas, adicionando el control de pesaje al momento de ser recibidas, y el registro de ubicaciones e ingreso de las MP en el sistema SAP por parte de los ayudantes del almacén, esta propuesta genera una inversión aproximada de Bs 139.400; la segunda, es la implantación del programa de conteo cíclico, para garantizar la verificación constante de las existencias de las MP, corregir errores de ubicación y disminuir el tiempo de duración en la realización del inventario final, con una inversión aproximada de Bs 6.600; y la tercera, es la implantación del código de barras, obteniendo así un proceso automatizado, disminución de errores humanos y un inventario de las MP en tiempo real, con una inversión aproximada de Bs 1.705.000. Con dichas propuestas se espera reducir los desajustes, y que el inventario a final de año, sea menos engorroso y expedito por los controles a implantar.

En este estudio se determinaron las políticas de inventario, específicamente cuanto comprar y cuando, estos resultados se ajustaron a la realidad, es decir, se realizó un estudio de proveedores en cuanto a la cantidad mínima de pedidos y el tiempo de entrega, se ajustaron los resultados obtenidos del método de cantidad económica de pedido. Estos resultados sirven como referencia para el departamento de planificación. Adicionalmente, se determinó que las causas principales de los desajustes de inventario, son la falta de un sistema de control bien definido, en cuanto a revisión periódica del inventario, cantidades existentes, control de pesaje de lo recibido, registros en los cambios de ubicación y materiales extraviados dentro del almacén. Todo esto afecta la manipulación de las MP, órdenes de compras y producción, el inventario final y por ende los estados financieros de la empresa.

RECOMENDACIONES

- ✓ Actualizar la clasificación ABC de las materias primas con desajustes periódicamente, para incluir nuevas materias primas a la misma.
- ✓ Reducir el tiempo de calibración de las balanzas de semestral a trimestral para garantizar la veracidad de la información.
- ✓ Redistribuir las ubicaciones de las MP en el almacén según la clasificación ABC para un mejor control.
- ✓ Hacer un estudio de los equipos del almacén, en cuanto a las condiciones mínimas de operación, para que las futuras adquisiciones cumplan con lo requerido en el almacenamiento y manipulación de las MP en el almacén.
- ✓ Se recomienda aplicar este estudio para el resto de las materias primas y material de empaque almacenados en planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S. y Franco, C. (2005). Diseño de un modelo de inventarios para la operación logística de una compañía farmacéutica. *Revista Ingeniería y Universidad*, 9(1), 29-45.
- Arcusin, L. y Rossetti, G. (2012). Optimización del sistema de inventario en una empresa productora de fármacos. *Revista Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 4(8), 163-18.
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministros*. (5a ed.). México: Pearson Educación.
- Buffa, E. y Taubert, W. (1984). *Sistemas de producción e inventarios, planeación y control*. (1a ed.). México: Limusa.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. (1a ed.). México: Prentice Hall.
- Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro, estrategia, planeación y operación*. (3ra ed.). México: Pearson Educación.
- Flores, C. (2010). Buenas prácticas de manufactura (BPM). *Revista Ingeniería primero*, (20), 122-141.
- Gaceta oficial N° 38.009 resolución N° 407 (2004). *Manual de buenas prácticas de manufactura*.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. (7ma ed.) México: Prentice Hall.
- Méndez, C. (2011). *Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*. (4a ed.). México: Limusa.
- Norma COVENIN 3133-1 (2001). *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos parte 1*. Fondonorma.
- Narasimhan, S., McLeavey, D. y Billington P. (1996). *Planeación de la producción y control de inventarios*. (2a ed.). México: Prentice Hall.
- López, E. y Valarino, L. (1991). *Investigación de operaciones III, tomo I*, Universidad Nacional Abierta, Valencia.

- Ochoa, J. (1991). Administración de almacenes. (1a ed.). Universidad de Carabobo, Valencia.
- Olivos, S. y Penagos, J. (2013). Modelo de gestión de inventarios: conteo cíclico por análisis ABC. *Revista Ingeniare*, 8(14), 107-111.
- Reyes, J. y Escorcía, J. (2010). Diseño de un sistema de control de materiales en una planta de conversión de papeles suaves. *Revista Educación en ingeniería*, (10), 99-109.
- Taha, H. (2004). Investigación de operaciones. (7a ed.). México: Prentice Hall.
- Toro, L. y Bastidas V. (2011). Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodomésticos. *Revista Scientia et Technica*, 16(49), 1-3.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales. Caracas: Hernández, M.
- Winston, W. (1991). Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos. (2a ed.). México: Iberoamérica.

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO RECEPCIÓN DE MATERIALES

Recepción de Materiales			
Fecha: ____/____/____		Nota de Entrega: _____	
Proveedor: _____			
Lote Proveedor: _____		Código: _____	
Descripción del Material: _____			
Cantidad			
N° de bultos	X	Unidades por bultos	Total
<input type="text"/>	X	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
<input type="text"/>	X	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
<input type="text"/>	X	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
<input type="text"/>	X	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
Total General			<input type="text"/>
N° de paletas: _____		N° de Etiquetas: _____	
Observaciones: _____			
Ubicación			
Lote	Cantidad	Ubicación	
Realizado por: _____		Verificado por: _____	

11-001-R00

ANEXO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Tabla 1 Clasificación de las materias primas (parte 1)

N°	Material	Importe (Bs*Kg)	% Importe	ABC
1	P0556	5137975,165	17,14%	A
2	P0020	2163058,27	7,22%	A
3	P0204	1771364,186	5,91%	A
4	P0614	1593373,935	5,32%	A
5	P0277	1149537,748	3,83%	A
6	P0586	969600,3098	3,23%	A
7	P0588	920452,0647	3,07%	A
8	P0367	916740,7846	3,06%	A
9	P0487	902845,5453	3,01%	A
10	P0300	773299,9353	2,58%	A
11	P0261	647826,3484	2,16%	A
12	P0501	636113,4718	2,12%	A
13	P0221	625298,5877	2,09%	A
14	P0302	612702,3983	2,04%	B
15	P0188	608716,7923	2,03%	B
16	P0594	583380	1,95%	B
17	P0168	545856,8609	1,82%	B
18	P0364	523110,796	1,75%	B
19	P0518	515971,4308	1,72%	B
20	P0395	458220,672	1,53%	B
21	P0367	424359,6511	1,42%	B
22	P0260	405331,0168	1,35%	B
23	P0001	398521,0643	1,33%	B
24	P0113	357046,0232	1,19%	B
25	P0615	325755,5	1,09%	B

Tabla 1 Clasificación de las materias primas (parte 2)

N°	Material	Importe (Bs*Kg)	% Importe	ABC
26	P0505	311057,7629	1,04%	B
27	P0241	299639,7852	1,00%	B
28	P0096	283285,7204	0,95%	B
29	P0034	268626,3985	0,90%	B
30	P0366	237827,5858	0,79%	B
31	P0477	225514,3787	0,75%	B
32	P0527	193031,0676	0,64%	B
33	P0354	184638,491	0,62%	B
34	P0555	181648,88	0,61%	B
35	P0057	178133,5576	0,59%	B
36	P0307	174361,2248	0,58%	B
37	P0399	169190,7202	0,56%	B
38	P0171	157964,4542	0,53%	B
39	P0328	152139,3842	0,51%	B
40	P0580	149599,0464	0,50%	B
41	P0397	135713,6713	0,45%	B
42	P0121	129478,4078	0,43%	C
43	P0246	125292,8384	0,42%	C
44	P0323	123031,0627	0,41%	C
45	P0379	112983,1526	0,38%	C
46	P0610	110010,7008	0,37%	C
47	P0622	102776,8339	0,34%	C
48	P0045	99874,3786	0,33%	C
49	P0146	99327,32012	0,33%	C
50	P0500	86474,67182	0,29%	C
51	P0106	72782,35629	0,24%	C
52	P0526	68898,05034	0,23%	C

Tabla 1 Clasificación de las materias primas (parte 3)

N°	Material	Importe (Bs*Kg)	% Importe	ABC
53	P0503	63976,64	0,21%	C
54	P0483	62342,63038	0,21%	C
55	P0576	60608,67742	0,20%	C
56	P0186	59394,67447	0,20%	C
57	P0041	57683,63557	0,19%	C
58	P0489	55121,81616	0,18%	C
59	P0175	46817,76112	0,16%	C
60	P0228	45067,89924	0,15%	C
61	P0498	44238,10675	0,15%	C
62	P0284	43862,43043	0,15%	C
63	P0509	41779,42272	0,14%	C
64	P0490	41029,73924	0,14%	C
65	P0123	40550,9594	0,14%	C
66	P0029	40167,28388	0,13%	C
67	P0363	39574,39457	0,13%	C
68	P0472	39445,2513	0,13%	C
69	P0554	39099,50173	0,13%	C
70	P0484	38210,88131	0,13%	C
71	P0243	37810,7863	0,13%	C
72	P0043	37497,17664	0,13%	C
73	P0577	36921,6498	0,12%	C
74	P0218	34644,57	0,12%	C
75	P0032	33726,81865	0,11%	C
76	P0612	32530,0066	0,11%	C
77	P0525	31762,0758	0,11%	C
78	P0174	31112,74061	0,10%	C
79	P0387	30567,35959	0,10%	C

Tabla 1 Clasificación de las materias primas (parte 4)

N°	Material	Importe (Bs*Kg)	% Importe	ABC
80	P0271	30409,71612	0,10%	C
81	P0154	30201,024	0,10%	C
82	P0593	28552,78076	0,10%	C
83	P0504	27114,06768	0,09%	C
84	P0507	26147,04624	0,09%	C
85	P0579	22414,91577	0,07%	C
86	P0014	20443,94058	0,07%	C
87	P0376	18974,67768	0,06%	C
88	P0480	18709,6812	0,06%	C
89	P0516	18614,21111	0,06%	C
90	P0616	17916,003	0,06%	C
91	P0528	17679,30696	0,06%	C
92	P0092	17368,95944	0,06%	C
93	P0242	17325,58716	0,06%	C
94	P0549	15932,44296	0,05%	C
95	P0561	15697,28916	0,05%	C
96	P0253	15305,97516	0,05%	C
97	P0482	13796,6812	0,05%	C
98	P0398	13605,84288	0,05%	C
99	P0227	12803,82824	0,04%	C
100	P0492	12625,72024	0,04%	C
Total del importe de las MP ajustadas		29976945,05		

ANEXO 3. SERIES DE TIEMPO

Para determinar los pronósticos de la demanda para el resto de los códigos se utilizó el programa Minitab, siguiendo los cálculos explicados en la sección 5.3.1.

Código: P0020

Método de Winters, $\alpha = 0,07$ $\gamma = 0,09$ $\delta = 0,05$ MAPE = 46 MAD = 1376

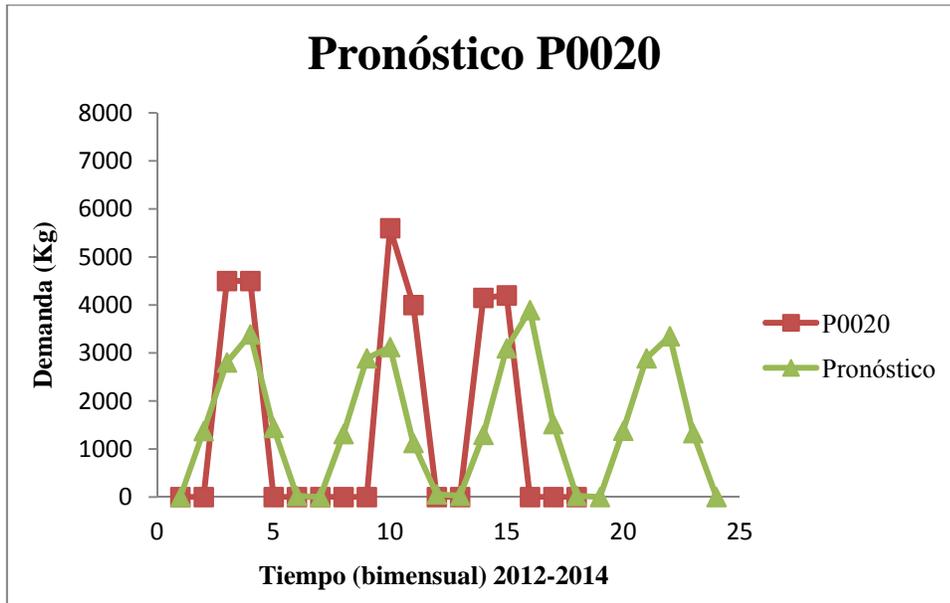


Gráfico 3 Pronóstico de demanda P0020

Tabla 34 Pronósticos del P0020

Tiempo	P0020	Pronóstico	Error
1	0	0,0	0,0
2	0	1376,6	-1376,6
3	4500	2804,0	1696,0
4	4500	3388,5	1111,5
5	0	1442,0	-1442,0
6	0	23,3	-23,3
7	0	0,0	0,0
8	0	1313,5	-1313,5
9	0	2888,5	-2888,5
10	5600	3124,7	2475,4
11	4000	1128,0	2872,0
12	0	59,2	-59,2
13	0	29,0	-29,0
14	4150	1297,5	2852,5
15	4200	3097,7	1102,3
16	0	3894,2	-3894,2
17	0	1523,3	-1523,3
18	0	25,9	-25,9
19	-	0,0	-
20	-	1381,9	-
21	-	2890,9	-
22	-	3351,5	-
23	-	1332,3	-
24	-	2,4	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0204

Método de Holt, $\alpha = 0,60$ $\gamma = 0,05$ MAPE = 61 MAD = 268

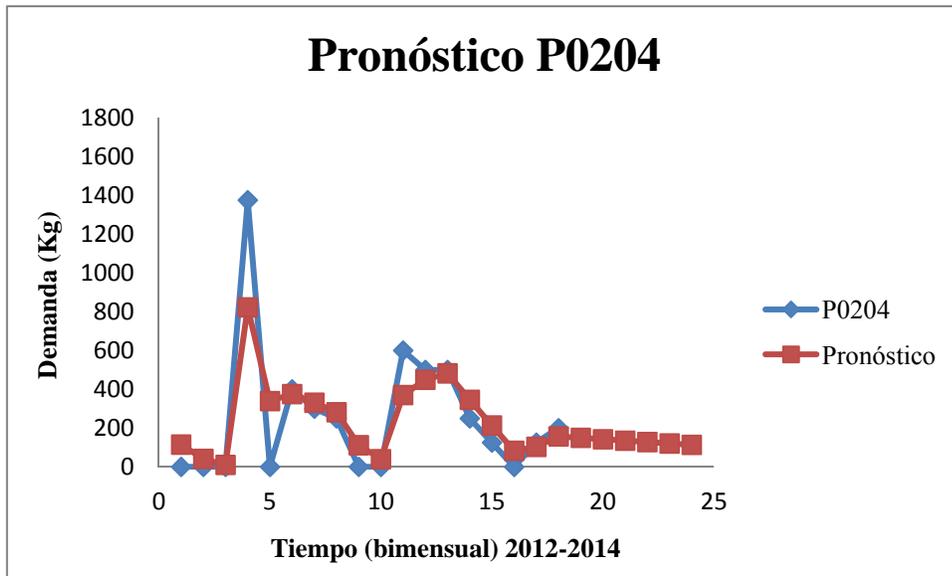


Gráfico 4 Pronóstico de demanda P0204

Tabla 35 Pronósticos del P0204

Tiempo	P0204	Pronóstico	Error
1	0	115,0	-115,0
2	0	41,1	-41,1
3	0	10,3	-10,3
4	1375	822,7	552,3
5	0	339,2	-339,2
6	400	375,7	24,3
7	300	331,0	-31,0
8	250	282,2	-32,2
9	0	111,7	-111,7
10	0	40,1	-40,1
11	600	370,3	229,7
12	500	449,3	50,7
13	500	482,4	17,6
14	250	346,1	-96,1
15	125	213,8	-88,8
16	0	83,2	-83,2
17	125	103,4	21,6
18	200	157,2	42,8
19	-	149,9	-
20	-	142,6	-
21	-	135,3	-
22	-	128,0	-
23	-	120,7	-
24	-	113,4	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0614

Método de Winters, $\alpha = 0,01$ $\gamma = 0,05$ $\delta = 0,02$ MAPE = 64,638 MAD = 21,518

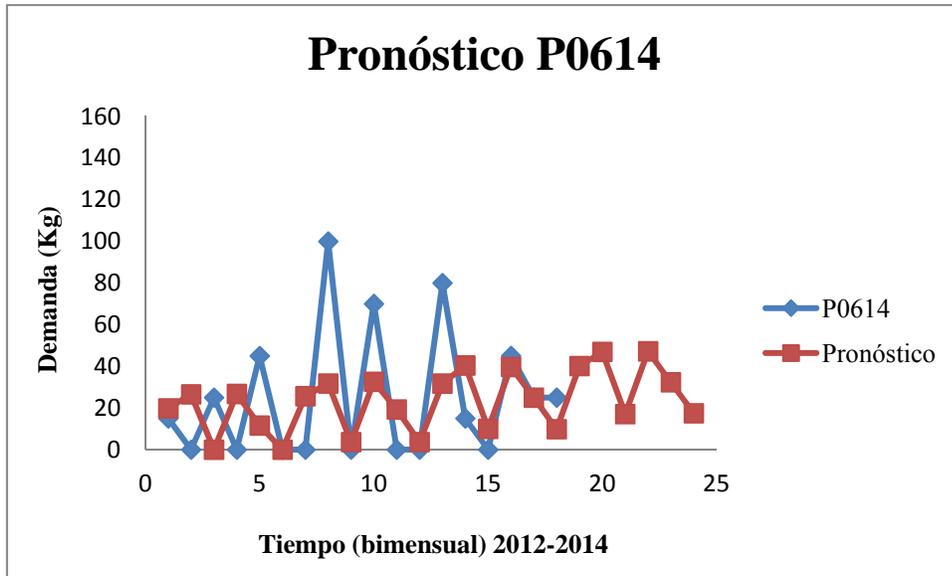


Gráfico 5 Pronóstico de demanda P0614

Tabla 36 Pronósticos del P0614

Tiempo	P0614	Pronóstico	Error
1	15	19,8	-4,8
2	0	26,6	-26,6
3	25	0,0	25,0
4	0	26,8	-26,8
5	45	11,6	33,4
6	0	0,0	0,0
7	0	25,7	-25,7
8	100	31,8	68,2
9	0	3,6	-3,6
10	70	32,6	37,4
11	0	19,3	-19,3
12	0	3,6	-3,6
13	80	31,7	48,3
14	15	40,4	-25,4
15	0	10,0	-10,0
16	45	39,7	5,3
17	25	25,0	0,0
18	25	9,8	15,2
19	-	40,2	-
20	-	47,0	-
21	-	17,1	-
22	-	47,2	-
23	-	32,3	-
24	-	17,5	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0277

Método de Winters, $\alpha = 0,05$ $\gamma = 0,3$ $\delta = 0,60$ MAPE = 55 MAD = 2153

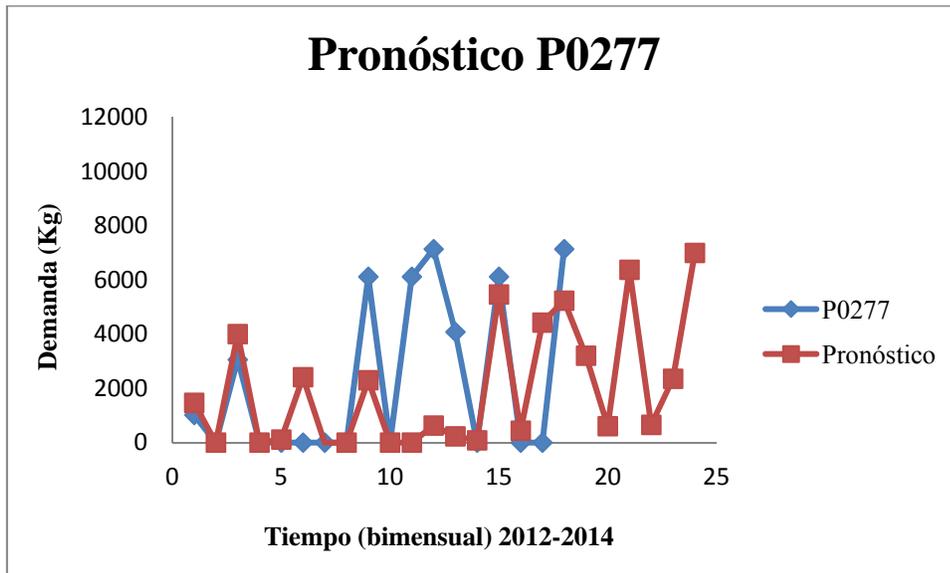


Gráfico 6 Pronóstico de demanda P0277

Tabla 37 Pronósticos del P0277

Tiempo	P0277	Pronóstico	Error
1	1020	1466,2	-446,2
2	0	0,0	0,0
3	3060	4003,0	-943,0
4	0	0,0	0,0
5	0	112,0	-112,0
6	0	2415,9	-2415,9
7	0	-7,2	7,2
8	0	0,0	0,0
9	6120	2300,7	3819,3
10	0	0,0	0,0
11	6120	0,0	6120,0
12	7140	628,4	6511,6
13	4080	230,7	3849,3
14	0	83,7	-83,7
15	6120	5464,9	655,2
16	0	440,0	-440,0
17	0	4427,9	-4427,9
18	7140	5236,1	1903,9
19	-	3205,3	-
20	-	607,3	-
21	-	6377,5	-
22	-	656,1	-
23	-	2355,4	-
24	-	6999,0	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0586

Método de Holt, $\alpha = 0,70$ $\gamma = 0,09$ MAPE = 98 MAD = 7785

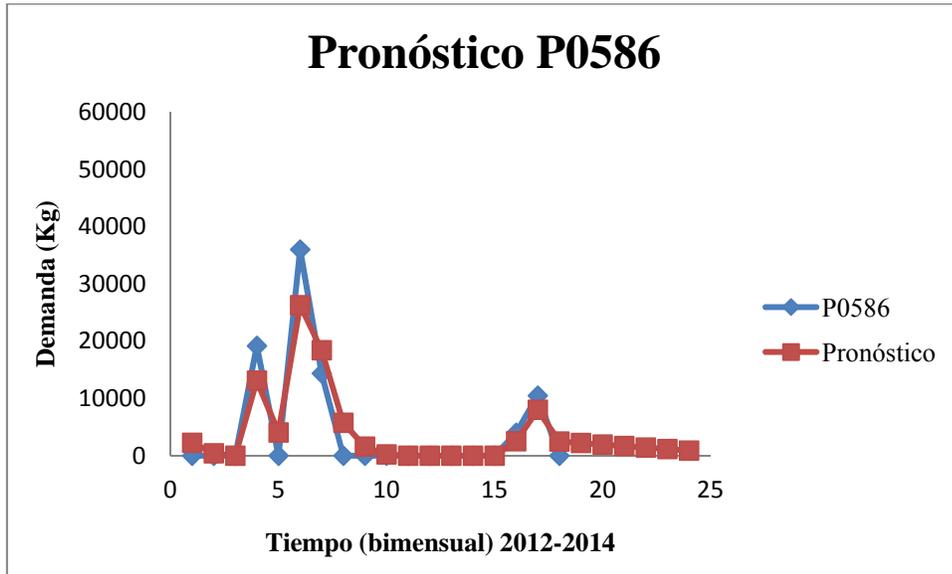


Gráfico 7 Pronóstico de demanda P0586

Tabla 38 Pronósticos del P0586

Tiempo	P0586	Pronóstico	Error
1	0	2256,8	-2256,8
2	0	434,1	-434,1
3	0	0,0	0,0
4	19179,5	13122,2	6057,3
5	0	4056,8	-4056,8
6	35986,3	26272,0	9714,3
7	14368	18415,8	-4047,8
8	0	5746,3	-5746,3
9	0	1583,4	-1583,4
10	0	234,8	-234,8
11	0	0,0	0,0
12	0	0,0	0,0
13	0	0,0	0,0
14	0	0,0	0,0
15	0	0,0	0,0
16	3994,6	2545,0	1449,6
17	10486,6	8026,9	2459,7
18	0	2485,8	-2485,8
19	-	2222,9	-
20	-	1959,9	-
21	-	1697,0	-
22	-	1434,1	-
23	-	1171,1	-
24	-	908,2	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0588

Método de Holt, $\alpha = 0,43$ $\gamma = 0,01$ MAPE = 73 MAD = 272

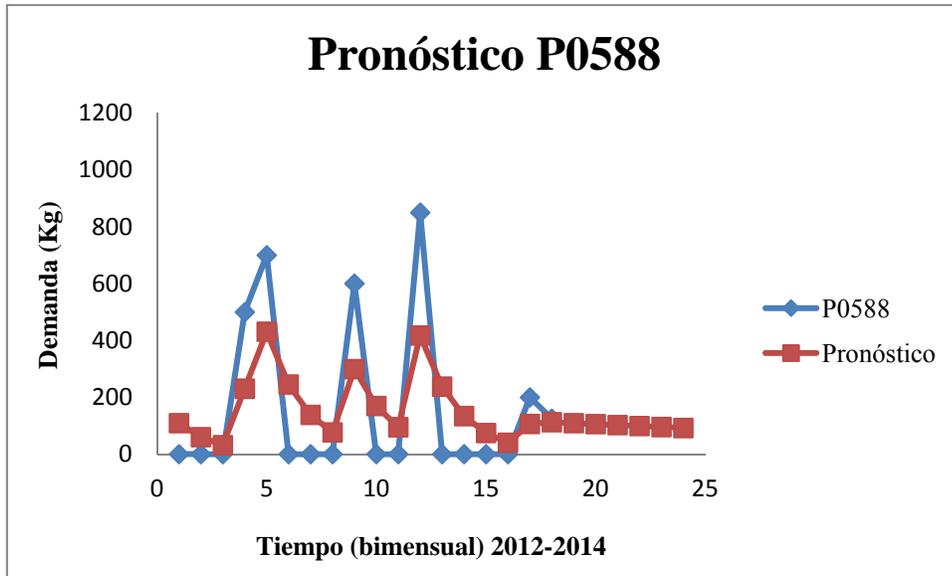


Gráfico 8 Pronóstico de demanda P0588

Tabla 39 Pronósticos del P0588

Tiempo	P0588	Pronóstico	Error
1	0	109,3	-109,3
2	0	60,1	-60,1
3	0	31,7	-31,7
4	500	230,4	269,6
5	700	430,9	269,1
6	0	245,3	-245,3
7	0	138,4	-138,4
8	0	76,9	-76,9
9	600	299,5	300,5
10	0	169,7	-169,7
11	0	95,0	-95,0
12	850	417,5	432,5
13	0	237,7	-237,7
14	0	134,2	-134,2
15	0	74,6	-74,6
16	0	40,3	-40,3
17	200	106,6	93,4
18	125	112,5	12,5
19	-	109,1	-
20	-	105,7	-
21	-	102,3	-
22	-	99,0	-
23	-	95,6	-
24	-	92,2	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0173

Método de Holt, $\alpha = 0,05$ $\gamma = 0,01$ MAPE = 66,1 MAD = 29,67

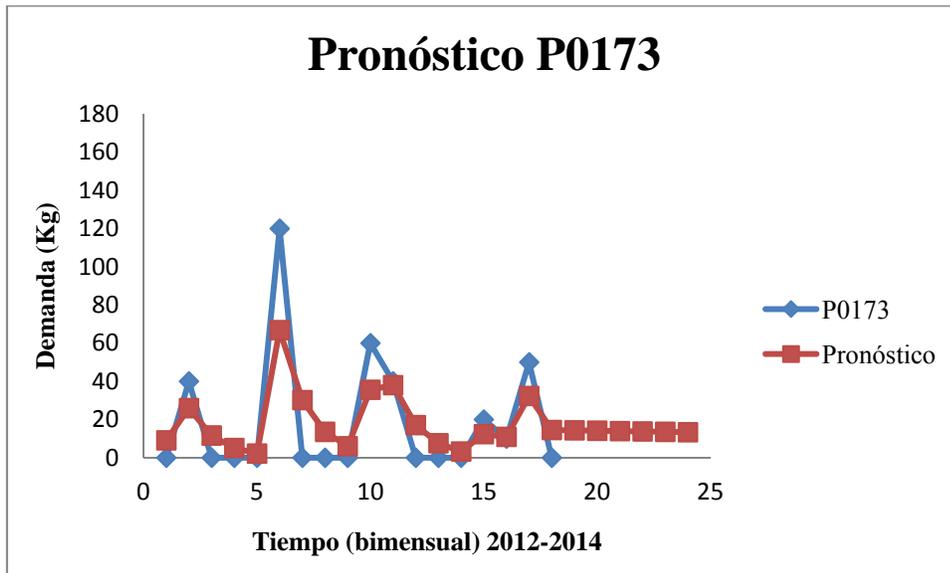


Gráfico 9 Pronóstico de demanda P0173

Tabla 40 Pronósticos del P0173

Tiempo	P0173	Pronóstico	Error
1	0	9,1	-9,1
2	40	26,0	14,0
3	0	11,6	-11,6
4	0	5,1	-5,1
5	0	2,2	-2,2
6	120	66,8	53,2
7	0	30,2	-30,2
8	0	13,6	-13,6
9	0	6,0	-6,0
10	60	35,6	24,4
11	40	38,0	2,0
12	0	17,1	-17,1
13	0	7,6	-7,6
14	0	3,3	-3,3
15	20	12,3	7,7
16	10	11,0	-1,0
17	50	32,3	17,7
18	0	14,5	-14,5
19	-	14,3	-
20	-	14,1	-
21	-	14,0	-
22	-	13,8	-
23	-	13,6	-
24	-	13,4	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0487

Método de Winters, $\alpha = 0,02$ $\gamma = 0,01$ $\delta = 0,03$ MAPE = 66 MAD = 837

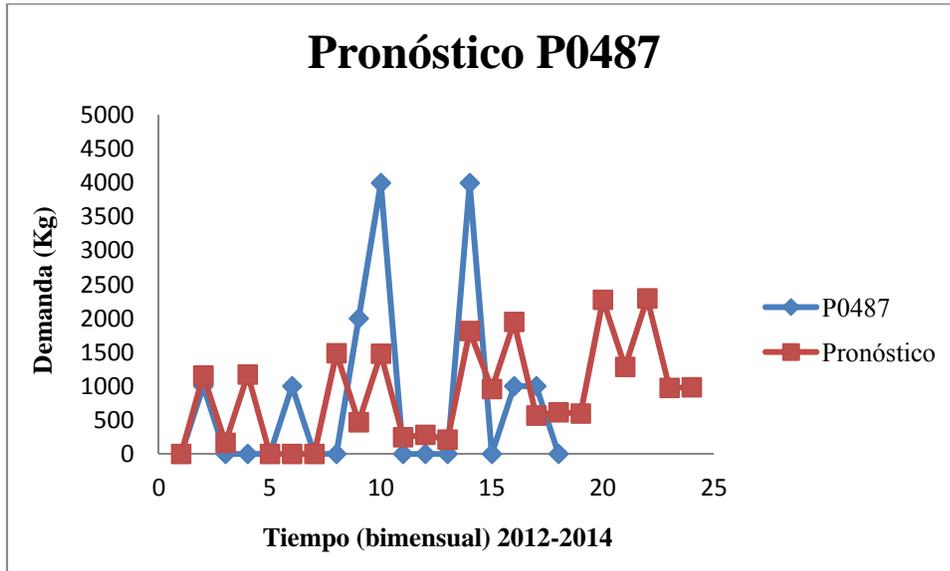


Gráfico 10 Pronóstico de demanda P0487

Tabla 41 Pronósticos del P0487

Tiempo	P0487	Pronóstico	Error
1	0	0,0	0,0
2	1000	1157,0	-157,0
3	0	164,5	-164,5
4	0	1171,9	-1171,9
5	0	0,0	0,0
6	1000	0,0	1000,0
7	0	0,0	0,0
8	0	1486,7	-1486,7
9	2000	467,3	1532,7
10	4000	1478,7	2521,3
11	0	246,0	-246,0
12	0	281,2	-281,2
13	0	210,6	-210,6
14	4000	1815,0	2185,0
15	0	958,1	-958,1
16	1000	1949,7	-949,7
17	1000	566,8	433,3
18	0	614,3	-614,3
19	-	596,6	-
20	-	2276,6	-
21	-	1284,8	-
22	-	2296,5	-
23	-	974,1	-
24	-	983,3	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0300

Método de Winters, $\alpha = \gamma = \delta = 0,2$ MAPE = 34 MAD = 814

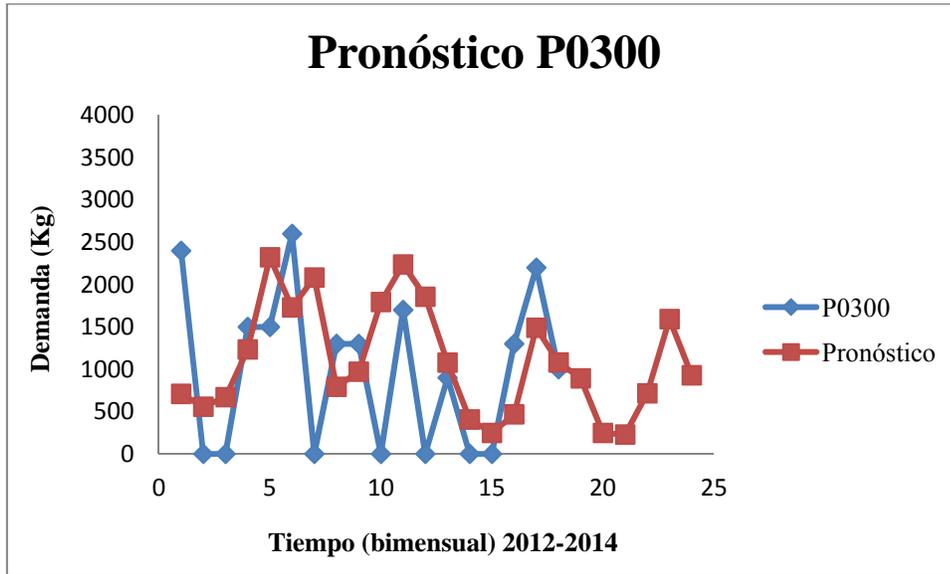


Gráfico 11 Pronóstico de demanda P0300

Tabla 42 Pronósticos del P0300

Tiempo	P0300	Pronóstico	Error
1	2400	709,0	1691,0
2	0	556,9	-556,9
3	0	669,7	-669,7
4	1500	1233,7	266,3
5	1500	2322,9	-822,9
6	2600	1730,1	869,9
7	0	2083,3	-2083,3
8	1300	792,9	507,1
9	1300	971,1	328,9
10	0	1795,2	-1795,2
11	1700	2238,1	-538,1
12	0	1856,6	-1856,6
13	900	1078,5	-178,5
14	0	406,2	-406,2
15	0	247,4	-247,4
16	1300	467,6	832,4
17	2200	1489,3	710,7
18	1000	1080,8	-80,8
19	-	892,8	-
20	-	247,9	-
21	-	229,2	-
22	-	714,9	-
23	-	1592,6	-
24	-	928,8	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0261

Método de Winters, $\alpha = 0,18$ $\gamma = 0,18$ $\delta = 0,01$ MAPE = 40 MAD = 352

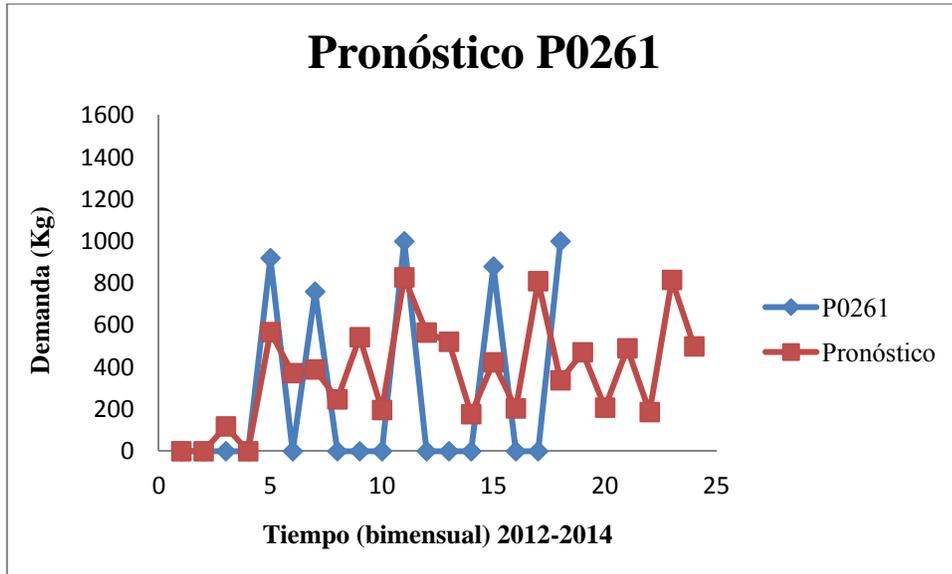


Gráfico 12 Pronóstico de demanda P0261

Tabla 43 Pronósticos del P0261

Tiempo	P0261	Pronóstico	Error
1	0	0,0	0,0
2	0	0,0	0,0
3	0	118,2	-118,2
4	0	0,0	0,0
5	920	567,4	352,6
6	0	372,1	-372,1
7	760	389,2	370,8
8	0	247,1	-247,1
9	0	543,4	-543,4
10	0	196,5	-196,5
11	1000	828,3	171,7
12	0	565,5	-565,5
13	0	521,2	-521,2
14	0	176,4	-176,4
15	880	423,7	456,3
16	0	204,1	-204,1
17	0	810,4	-810,4
18	1000	338,1	661,9
19	-	471,5	-
20	-	207,5	-
21	-	490,3	-
22	-	186,6	-
23	-	816,3	-
24	-	499,7	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0501

Método de Holt, $\alpha = 0,5$ $\gamma = 0,01$ MAPE = 82,79 MAD = 60,22

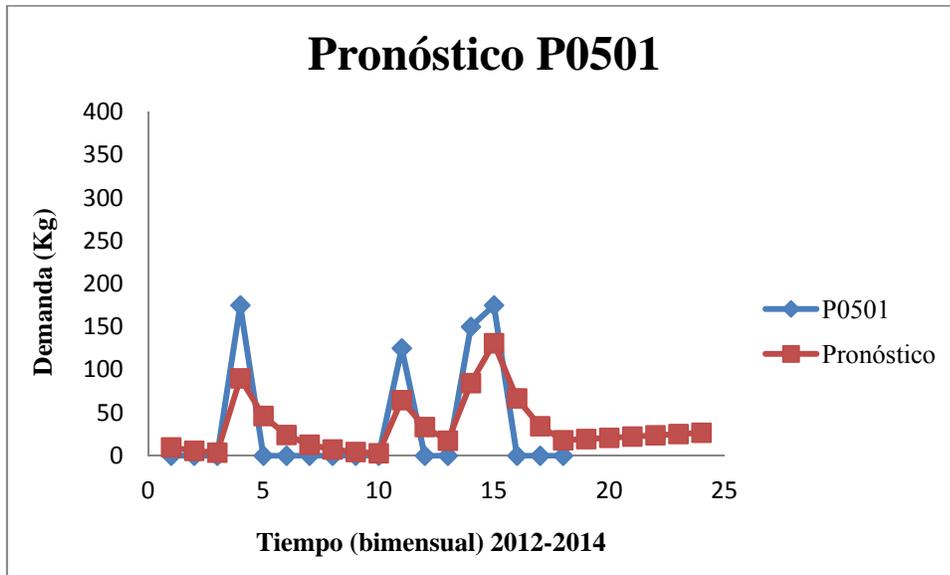


Gráfico 13 Pronóstico de demanda P0501

Tabla 44 Pronósticos del P0501

Tiempo	P0501	Pronóstico	Error
1	0	9,8	-9,8
2	0	5,7	-5,7
3	0	3,7	-3,7
4	175	90,1	84,9
5	0	46,3	-46,3
6	0	24,1	-24,1
7	0	12,9	-12,9
8	0	7,3	-7,3
9	0	4,4	-4,4
10	0	2,9	-2,9
11	125	64,7	60,3
12	0	33,4	-33,4
13	0	17,6	-17,6
14	150	84,6	65,4
15	175	130,9	44,1
16	0	66,8	-66,8
17	0	34,4	-34,4
18	0	18,0	-18,0
19	-	19,5	-
20	-	20,9	-
21	-	22,4	-
22	-	23,8	-
23	-	25,3	-
24	-	26,7	-

Fuente: Elaboración propia

Código: P0221

Método de Winters, $\alpha = 0,19$ $\gamma = 0,20$ $\delta = 0,01$ MAPE = 43 MAD = 718

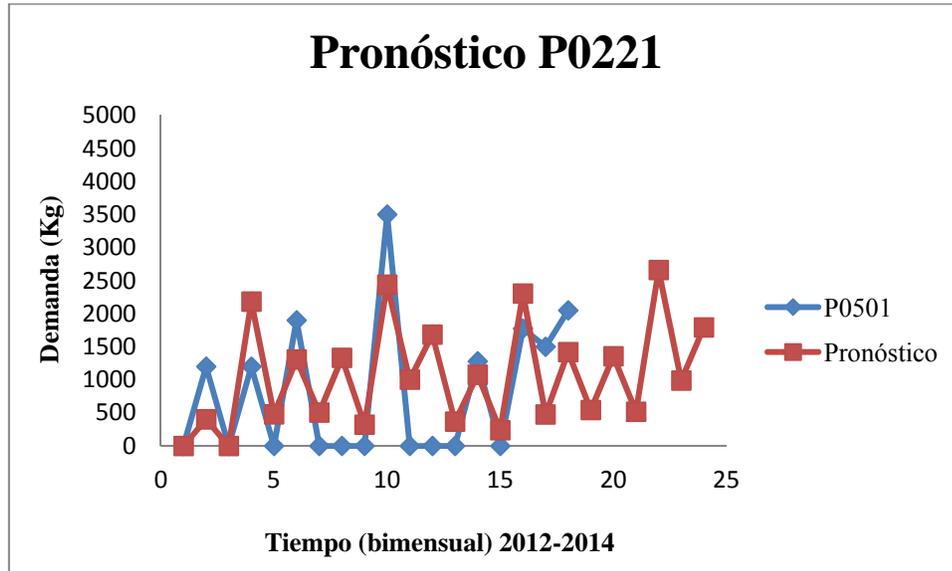


Gráfico 14 Pronóstico de Demanda P0221

Tabla 45 Pronósticos del P0221

Tiempo	P0501	Pronóstico	Error
1	0	0,0	0,0
2	1200	402,1	798,0
3	0	0,0	0,0
4	1200	2182,8	-982,8
5	0	478,5	-478,5
6	1900	1307,4	592,6
7	0	505,0	-505,0
8	0	1332,2	-1332,2
9	0	321,4	-321,4
10	3500	2438,2	1061,9
11	0	1001,6	-1001,6
12	0	1682,6	-1682,6
13	0	367,5	-367,5
14	1280	1075,8	204,2
15	0	236,4	-236,4
16	1775	2303,6	-528,6
17	1500	476,5	1023,5
18	2050	1419,4	630,6
19	-	543,4	-
20	-	1355,9	-
21	-	515,5	-
22	-	2660,4	-
23	-	988,9	-
24	-	1792,4	-

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4. FORMATO RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Recepción de Materias Primas					
Fecha: _____					
Código: _____					
Nombre de la Materia Prima: _____					
Proveedor: _____			Lote de Proveedor: _____		
	N° de bultos	Cantidad a Recibir	Unidad	Ubicación	Total
Total de etiquetas				Cantidad Total Recibida	
Observaciones:					
Realizado por: _____			Verificado por: _____		

