



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE
MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN
UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**

José David Muralles Velásquez

Asesorado por el M.A. Ing. Willy Mauricio Gil Coto

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE
MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN
UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ DAVID MURALLES VELÁSQUEZ

ASESORADO POR EL M.A. ING. WILLY MAURICIO GIL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Ing. Glenda Patricia García Soria (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de mayo de 2021.

José David Muralles Velásquez

Ref. EEPFI-0625-2021
Guatemala, 09 de junio de 2021

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante **José David Muralles Velásquez** carné número **200213000**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

"Id y Enseñad a Todos"


Willy Mauricio Gil Coto
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 15,454
Mtro. Willy Mauricio Gil Coto
Asesor


Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



EEP-EIMI-042-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **José David Muralles Velásquez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2021

DTG. 335.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE APROVISIONAMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MRP PARA DETERMINAR PUNTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN UNA PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **José David Muralles Velásquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, agosto 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** A quién agradezco por bendecirme en cada momento de mi vida y dármele la sabiduría y fuerza necesarias para alcanzar esta meta.
- Mi madre** Sara Elizabeth Velásquez por su apoyo, consejos, motivación, cariño incondicional a lo largo de mi vida y carrera.
- Mi esposa** Claudia María Ramírez de Muralles por su amor incondicional y apoyo en mi desarrollo profesional.
- Mis hijos** Karen Paola y Pablo Joel Muralles por ser mi fuente de inspiración y motivación a lo largo de mi vida.
- Mis hermanas** Andrea, Silvia y Marcela Muralles Velásquez por todos sus consejos y por estar conmigo en todos mis logros.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma mater</i> , por ser importante en mi desarrollo profesional y aprendizaje
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos y la oportunidad para formarme como profesional.
M.A. Ing. Willy Gil Coto	Por su valiosa asesoría, apoyo y tiempo brindado de manera incondicional a este trabajo.
Ing. Luis Eduardo Chapas	Por darme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación en el área de planificación.
Mis amigos de la Facultad	Por el buen compañerismo que me brindaron en los años de estudio.
Mis amigos	Por el apoyo y colaboración que me brindaron para que este trabajo se pudiera desarrollar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	17
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	19
7. MARCO TEÓRICO.....	23
7.1. Empresa farmacéutica nacional	23
7.1.1. Tipos de industria farmacéutica	23
7.2. Características de la industria farmacéutica	24
7.3. Promoción indirecta.....	25
7.4. Distribución indirecta	25
7.5. Gestión de compras	26
7.6. Políticas de compra	27
7.7. Materias primas	28
7.8. Plan de producción.....	29

7.8.1.	Plan de capacidad.....	29
7.8.2.	Planificación de la capacidad	30
7.8.3.	Gestión de materiales	30
7.8.4.	Programación de la producción.....	30
7.9.	<i>Lean Manufacturing</i>	31
7.10.	<i>Just inTime (JIT)</i>	31
7.11.	Principios fundamentales del pronóstico	32
7.12.	Funciones básicas del MRP.....	33
7.12.1.	Entradas al sistema MRP	35
7.12.2.	Programa maestro de producción (<i>Master Production Schedule</i>).....	35
7.12.3.	Lista de materiales para explosión de materiales....	36
7.12.3.1.	Requisitos de la lista de materiales	36
7.12.3.2.	Características de la lista de materiales.....	38
7.13.	MRP (Planeación de requerimiento de materiales).....	38
7.14.	Ventajas y beneficios del sistema MRP en una empresa farmacéutica.....	41
7.15.	Cálculo del nivel de seguridad	41
7.16.	Cálculo del nivel del punto de reorden	42
7.17.	Cálculo de inventario máximo	44
7.18.	Procedimiento para la cobertura de consumo.....	44
7.19.	Cálculo del <i>stock</i> mínimo	45
7.20.	Indicadores del proceso para el abastecimiento de materias primas	45
7.21.	Rotación de inventarios.....	46
7.22.	Gestión de inventarios.....	47
7.22.1.	Inventarios.....	47
7.22.2.	Tipos de inventarios	48

7.22.3.	Método de control	49
7.22.4.	Métodos de valuación de inventario	50
7.22.4.1.	Método PEPS	50
7.22.4.2.	Método UEPS	50
7.22.4.3.	Método promedio ponderado.....	51
7.22.5.	Costos de inventario	51
7.22.6.	Costo de pedido.....	51
7.22.7.	Costo por falta de existencia.....	52
7.22.8.	Costo por almacenaje.....	52
7.23.	Sistemas de control de producción.....	53
7.23.1.	Control de <i>stocks</i>	53
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	55
9.	METODOLOGÍA.....	59
9.1.	Enfoque	59
9.2.	Tipo de estudio	60
9.3.	Diseño de la investigación	60
9.4.	Alcance.....	61
9.5.	Variables e Indicadores	61
9.6.	Población y muestra	63
9.7.	Fases de la metodología	63
9.8.	Resultados esperados	66
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	67
11.	CRONOGRAMA.....	71
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	73

13.	REFERENCIAS	75
14.	APÉNDICES	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	21
2.	Nivel de reorden.....	43
3.	Diagrama del método ABC para inventarios	49
4.	Procedimientos de análisis de la información	67
5.	Cronograma de actividades	71

TABLAS

I.	Ejemplo del sistema MRP	38
II.	Medición de coberturas de materiales.....	46
III.	Operacionalización de variables	62
IV.	Recursos humanos	73
V.	Recursos materiales.....	74
VI.	Recursos financieros.....	74

GLOSARIO

Abasto	Provisión de artículos, materia prima, materiales.
ABC	Clasificación de materiales
BOM	Explosión de materiales
Cadena de suministro	Está formada por todas aquellas partes involucradas en la prestación de bien y servicio a un cliente.
Demanda	Es la cantidad y calidad de los bienes y servicios que pueden ser adquiridos en los diferentes precios del mercado por un consumidor o por el conjunto de consumidores (demanda total o de mercado).
Inventario	Es una relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa o persona en un momento determinado.
Lead time	Es el tiempo que transcurre desde que inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar las materias primas o producto al cliente.

Logística	Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.
LTC	Línea teórica de consumo
Materia prima	Se dará si el concepto es demasiado largo por lo que deberá corregir los tabuladores o utilizar su ingenio.
MPS	Plan maestro de producción
MRP	Planificador de materiales
Nivel de seguridad	Es un inventario creado con el doble propósito de satisfacer una demanda excedente y las previsiones en un periodo determinado.
PEPS	Primero en entrar primero en salir
Producción	Es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor.
Punto de reorden	Nivel de inventario que señala la necesidad de realizar una orden de abastecimiento.
UEPS	Último en entrar primero en salir

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación consiste en una sistematización de procesos en el área de planificación ya que se diseñará un modelo de abastecimiento utilizando la herramienta MRP para ordenar los procesos desde la generación de la solicitud de pedido hasta el ingreso a la bodega debido al problema que tiene la empresa que es el desabastecimiento de materias primas para la fabricación de productos farmacéuticos.

La importancia del trabajo de investigación es utilizar una herramienta como el MRP o planificador de las necesidades de material, ya que es un sistema esquemático que nos permite conocer con detalle los niveles de aprovisionamiento. Es decir, este es un sistema que genera órdenes de compra derivados del proceso de planificación de necesidades de materiales de acuerdo con los requerimientos de producción y la explosión de materiales.

El resultado que se quiere obtener es que utilizando herramientas de Gestión Industrial como lo es la herramienta MRP, se busca que la empresa lleve un control de los niveles de inventario de materias primas y producto terminado, con base en conocer la frecuencia de abastecimiento y niveles óptimos y efectivos de inventario que les permita ahorrar tiempo y dinero.

El enfoque del diseño de investigación es de tipo descriptivo con análisis cuantitativo mediante estadística descriptiva, con un alcance no experimental descriptivo.

El esquema que se ensayará en la solución constará de 4 fases importantes dentro del desarrollo de la solución, en la primera fase se iniciará con la revisión documental para conocer los antecedentes del problema, seguido, en la segunda fase se realizará un diagnóstico de la situación actual en la cual se medirá la rotación de las materias primas en almacén con una planificación sin MRP. En la tercera fase se realizará un análisis sobre el modelo de abasto propuesto y que áreas se verán afectadas dentro del proceso de abastecimiento utilizando el MRP como herramienta de planificación y en la cuarta fase con la propuesta del modelo de aprovisionamiento utilizando como herramienta el MRP que efectos positivos o beneficios se obtuvieron del nuevo modelo de abasto.

Este trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los medios necesarios para desarrollar las diferentes etapas del trabajo de investigación ya que la empresa autoriza aportando recursos económicos, humanos y tecnológicos adicional a la infraestructura e información.

El informe final de investigación estará con formado por 4 capítulos:

En el primer capítulo del presente trabajo de investigación corresponde al marco teórico donde se brindará una breve definición de la Industria Farmacéutica, así como, los antecedentes de la Industria en Guatemala su clasificación según el origen de los productos fabricados. En el segundo capítulo se abordará el desarrollo de la investigación y se expondrá la situación actual de la empresa, sus deficiencias y desventajas en el proceso y definir cuales procesos se analizarán como parte del modelo de abastecimiento actual. En el tercer capítulo, se presentarán los resultados de la propuesta del diseño de aprovisionamiento de la propuesta y los beneficios tanto financieros como operacionales. En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados y de cómo las

variables que involucran el uso de la herramienta MRP, las ventajas y desventajas.

2. ANTECEDENTES

La planificación de materiales o materias primas en una empresa farmacéutica es de vital importancia, para poder contar con ellas al momento de ser solicitadas para su utilización en producción, ya que es un material directo en la fabricación de productos farmacéuticos y lo más importante es que las materias primas se pueden dividir en dos segmentos importantes en excipientes y principio activo.

El presente trabajo se realizará en el área de planificación de la empresa, la cual se dedica a fabricar productos farmacéuticos.

Castañeda (2020) en su estudio tuvo como resultado principal que las soluciones para adaptarse a los cambios en la planificación de materiales, se basa en administrar y simplificar un proceso de abastecimiento óptimo con reducciones de costos importantes y significativos en los materiales para luego transformarlos en productos semielaborados, tanto desde la etapa de materias primas, el despacho del proveedor, hasta el consumo del producto final con los clientes.

En un sistema logístico óptimo, de planificación de inventarios para aprovisionamiento en empresas importantes de distribución del sector de productos de consumo masivo, ofrece un análisis general sobre la problemática que enfrentan las empresas en la distribución de consumo masivo en cuanto al manejo y gestión de inventarios según Holguín (2020) en su trabajo se obtuvo como objetivo que en la planificación de la demanda se pueden utilizar herramientas tecnológicas de MRP (comparados con ERP) y programas

diseñados específicamente para la planeación de materiales ya que constantemente se presentaban retrasos y faltantes en el actual proceso de abastecimiento.

Garzón (2018) en su estudio describe la implementación de la herramienta del MRP utilizada en la planeación de materiales (Plan de Requerimiento de Materiales) que permite a los planificadores logísticos tener una herramienta de sistematización de datos además de parámetros que facilitan la planificación a los pronósticos de ventas y de mercadeo, que en todo momento se manejen los niveles de inventario de seguridad de forma adecuada de materiales en los almacenes, evitando que se generen quiebres de inventario y sobre *stock* de materiales que a la larga tienen una alta probabilidad de generar pérdidas de valor a la compañía, es decir que el producto nunca llegue consistentemente al cliente.

En el estudio de implementación de un modelo MRP en una empresa de calzado para reducir costos operacionales (Castillo, 2020). Describe que antes las inconsistencias de los datos que ofrece el sistema de inventarios no son exactas, ya que al realizar el inventario no coinciden las cantidades reales con las teóricas, lo que ocasiona que se tengan diferencias tanto en el sistema como en el conteo físico de los materiales para la fabricación de calzado y con esto incurrir en altos costos.

Se utiliza el modelo MRP, para el incremento de la productividad, para mejorar el flujo de la fabricación de calzados, con el fin de mejorar la cadena de suministro, mejorar la base datos de cada producto que se comercializa para que siempre exista un *stock* en el momento de la realización de los pedidos por parte de los clientes.

Peña (2018) expone en su trabajo que para competir, las empresas, para obtener un mayor mercado ha generado diferentes promociones y estrategias para reducir costos en la planeación de inventarios y materiales y con esto reducir el costo de sus productos de manera considerable y una de estas metodologías es la planeación y el control en la producción para generación del nivel óptimo de inventarios, ayudado por una herramienta básica para la planificación de materiales conocida como MRP (*Planificación de los Requerimientos de Materiales*) según sus siglas en español, cuyo objetivo principal es optimizar y suministrar información para una planificación de materiales basados en tiempos de aprovisionamiento de cada uno de los materiales involucrados en el proceso de productivo, definir las cantidades y tiempos que son requeridos que logren la disminución de costos de almacenamiento y de aprovisionamiento en las bodegas o materiales en proceso innecesarios o bien el caso contrario de no contar con materiales disponibles y que esto ocasione paros en las distintas líneas de producción, así como de realizar un adecuado máster plan de producción.

Rado (2020) expone que el activo con más importancia y costo son los inventarios y pueden llegar a detener un proceso productivo. Se estima desde hace mucho tiempo que el buen control de los inventarios es importante en todas las organizaciones. La reducción de los costos de fabricación y almacenaje mediante la óptima relación de los niveles del inventario de materias primas que pertenecen a la clasificación ABC de inventarios mediante una buena medición de coberturas de inventario. Por otro lado, las empresas pierden dinero cuando los clientes no encuentran disponibles los artículos que desean comprar, esto generado por quiebres de *stock*. Para la solución de estos problemas, las compañías han tratado de lograr un balance importante entre los costos de inventario y los niveles de disponibilidad del producto.

Cuando se genera el análisis de la demanda y generaciones de clasificación de productos ABC de acuerdo con el lead time de cada una de las materias primas, han funcionado exitosamente en el control de inventarios con demanda establecida y solicitudes de mercado.

Sistemas como el MRP en sistemas de planificación se tienen para optimizar el manejo de inventarios y su aplicación ha sido exitosa en la solución de problemas relacionados con quiebres de *stock* y desabastecimientos. Recientemente, han surgido técnicas que permiten generar cambios en la forma tradicional de manejar los inventarios en las empresas, además han fomentado de gran manera no solo reducciones en costos importantes, sino que también una buena y anticipada planificación de acuerdo con la estrategia del negocio.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

El desabastecimiento de materias primas es un tema que se genera debido a escases a nivel mundial, esto debido a la alta demanda de las mismas, lo que genera que la gestión de compra, no se realice en el tiempo adecuado y con un impacto directo en la productividad de la planta de producción y con un impacto final con el cliente, es decir, que no cuente con el producto a tiempo ni en óptimas condiciones, desde un punto de vista financiero representa ventas pérdidas sin oportunidad de recuperación.

- Descripción del problema

La empresa nace a inicios de los años 60, en su casa matriz en Suiza. Desde sus orígenes, ha elaborado todos los productos con las más estrictas normas de las buenas prácticas de manufactura (GMP) y con excelentes estándares de calidad.

Durante el transcurrir de los años, ha aprendido a conjugar lo mejor del conocimiento y la tecnología europea con los requerimientos y necesidades del exigente mercado latinoamericano lo cual, le ha permitido comercializar productos farmacéuticos de alta calidad a un precio accesible para el consumidor.

El aprovisionamiento de materias primas se realiza con base en el propuesto en el sistema de planificación que posee la empresa, esto ha provocado desfases tanto en el área de planeación como el área de compras, lo

que ocasiona que se llegue a la fecha de vencimiento rápidamente, por lo cual no se puede usar esta materia prima para la fabricación de productos farmacéuticos.

Al tener materia prima vencida genera un descontrol en los procesos de compra, impactando así en la parte financiera de la empresa.

- Formulación del problema
- Pregunta central
 - ¿Qué modelo de aprovisionamiento nos permitiría mejorar la capacidad instalada de la planta y determinar puntos de control de inventarios?
- Preguntas auxiliares
 - ¿Cuáles son los procesos actuales de abastecimiento de materias primas?
 - ¿Qué metodología e indicadores de cobertura de inventarios se pueden desarrollar, en los procesos involucrados utilizando como herramienta el MRP?
 - ¿Cuáles son los puntos de reorden o niveles de seguridad en cada una de las materias primas de acuerdo con el tiempo de entrega?
 - ¿Qué beneficios se pueden obtener con un sistema de inventarios basado en la herramienta MRP?

- Delimitación del problema

El trabajo de investigación a realizar se desarrollará en el Departamento de Planeación, Compras y Almacén de una empresa farmacéutica ubicada en municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala.

- Alcance de tiempo: el estudio es durante los meses de marzo 2021 a noviembre del 2021 en la planta ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala.
- Alcance de espacio: la observación se realizará en los Departamentos de Planeación, Compras y Almacén.
- Alcance metodológico: el estudio se realizará, identificando la situación actual del manejo de inventarios de materia prima, implementación del sistema MRP para los puntos de reorden de cada insumo.

- Viabilidad

Este proyecto presenta la ventaja que la empresa está interesada en llevarlo a cabo, por lo que está en la disposición de brindar toda la información necesaria, los recursos físicos (instalaciones, personal necesario para apoyo del proyecto) y financiero para llevarlo a cabo, para determinar la situación actual del manejo de la requisición de materia prima, así como, los procesos de producción.

Para la empresa es muy importante tener un control de los insumos que se utilizan para la fabricación de los medicamentos, por lo cual son anuentes que se debe hacer un diseño de utilización de MRP para la materia prima.

- Consecuencia

Se espera generar una propuesta de la utilización de MRP, como herramienta para la planificación de producción dado que, al conocer las cantidades de materia prima e insumos a solicitar al proveedor, se tiene políticas de inventario, evitando un sobre *stock* de unidades en bodega.

El manejo de políticas de inventario tendría su efecto en el área de producción, se determinaría las cantidades necesarias de materia prima, se mejoraría el tiempo de producción y entrega de productos farmacéuticos.

En el área de bodega tendrá un mejor control de las materias primas, por ende, producción estará trabajando de forma continua, sin interrumpir sus acciones por falta de insumos.

El cumplir con los pedidos a los clientes, beneficia en forma general la empresa, ya que cumple con los tiempos de entrega y es una buena referencia para el mercado en general, para la captación de más clientes.

Al no llevarse a cabo el proyecto, para la empresa representaría mantener los niveles de abastecimiento actuales, las cuales son inadecuadas; actualmente se compran grandes cantidades de materias primas y, al no ser utilizadas en un periodo, son enviadas a la bodega de corto vencimiento ya que en la bodega cumplen su periodo de vida útil, por otro lado se da la problemática de que al no tener un punto de reorden para la materias primas adecuado muchas de ellas no

están en bodega al momento de ser requeridas de parte de producción esto conlleva al incumplimiento de los pedidos requeridos de parte del equipo de ventas.

4. JUSTIFICACIÓN

La propuesta se basa directamente en la línea de investigación de Logística de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del estudio de la planificación y el abastecimiento de materiales, que permitirá identificar las causas principales por las cuales las materias primas se vencen en el almacén o se destruyen.

El estudio nace debido a la necesidad que en los últimos meses la cantidad de materias primas sin utilizar se ha incrementado considerablemente, por ello es necesario realizar un estudio de investigación para determinar las causas de este problema y lograr disminuir la cantidad de materias primas que se vencen en almacén.

La importancia de la realización del estudio se basa en un adecuado abastecimiento de materias primas, porque actualmente ésta es deficiente, debido a que no tienen la adecuada rotación de estas. Para poder desarrollar el modelo con puntos de reorden utilizado el MRP será necesario utilizar herramientas de ingeniería de la productividad, valoración económica de cada proceso y sistemas de planeación industrial.

Es necesario solucionar el aprovisionamiento de materias primas, al utilizar el modelo MRP para determinar puntos de reorden se logrará una mejora en la programación de la producción, disminuir la cantidad de materias primas que se vencen en el almacén por una deficiente rotación de estas.

Los beneficios obtenidos serán para los Departamentos de Compra, Bodega y Producción, dado que contarán con un sistema de manejo de inventarios, requisición de materia prima e insumos, aportando a la cadena de abastecimiento, mayor fluidez, para el proceso de compras, ya que se contarán con tiempos para la elaboración de los productos, así como los tiempos de entrega a los clientes, esto reducirá las quejas por incumplimiento de pedidos, además de la disminución de los altos costos de almacenaje y la optimización de los espacios físicos del almacén y mantener las líneas de producción trabajando continuamente.

Además de poder beneficiar a personas que necesitan de los medicamentos, ya que con un modelo de abastecimiento con puntos de reorden adecuado se podrán cubrir las demandas que genera el Departamento de Ventas de una mejor manera.

5. OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo de aprovisionamiento utilizando la herramienta MRP para determinar puntos de control de inventarios de materias primas para la fabricación de productos farmacéuticos en una planta ubicada en el municipio de Villa Nueva, Guatemala.

Específicos

- Diagnosticar los procesos actuales de abastecimiento de materias primas.
- Desarrollar la metodología y los indicadores de coberturas para el sistema de inventarios utilizando la herramienta de MRP tomando en cuenta las áreas involucradas en el proceso.
- Determinar los puntos de reorden o *stock* de seguridad para cada una de las materias primas.
- Evaluar los beneficios del sistema de inventarios, utilizando la herramienta MRP para la planificación de materiales.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad principal por cubrir, para la empresa ubicada en el departamento de Guatemala, consiste en contar con un adecuado abastecimiento de materias primas con el objetivo de evitar la acumulación y falta de estas, reducir el porcentaje de materias primas vencidas y evitar altos costos de almacenamiento. La solución propuesta se enmarca en la logística y sistema de la planeación industrial.

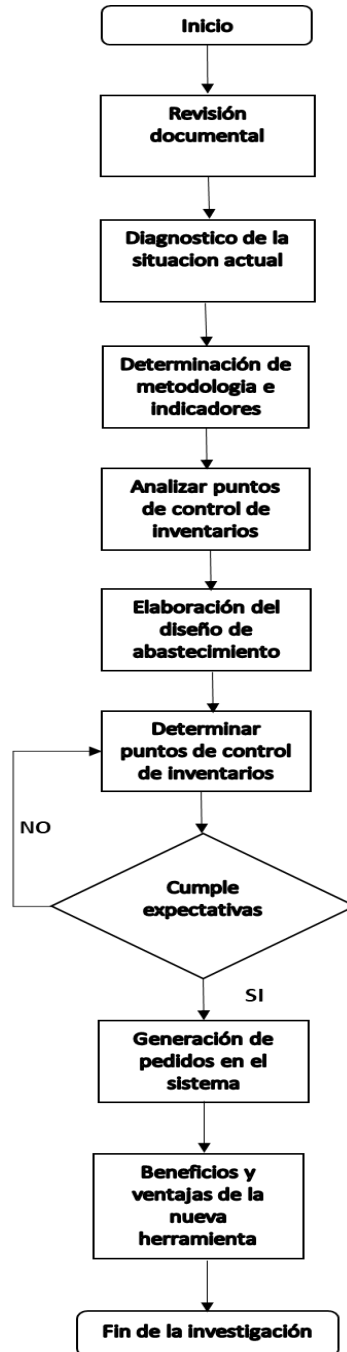
El esquema se ensayará en el modelo de abastecimiento utilizando la herramienta MRP, se constará de 4 fases, iniciando con la recolección de información para poder realizar la propuesta de modelo de aprovisionamiento utilizando MRP y desarrollando puntos de control de inventarios. A través de la aplicación de los instrumentos establecidos, boleta de observación, encuestas, entrevistas al personal del área de producción, empaque y bodega.

- Fase 1: revisión documental de los procesos actuales para el manejo de inventarios de materias primas e identificar los procesos que se vean afectados en la cadena de suministros por medio de la revisión de procesos y documentación sobre la cadena de abastecimiento.
- Fase 2: diagnóstico de la situación actual esto con el fin de identificar la metodología y los indicadores de cobertura de inventarios, se realizará evaluaciones al personal sobre el conocimiento de los procesos involucrados en el suministro en el área de compras, almacén y planificación para validar la gestión de inventarios y proceso de compra a proveedores desde la solicitud de pedido.

- Fase 3: determinación de los puntos de control de inventarios utilizando como herramienta el MRP para determinar puntos de reorden o *stock* de seguridad y que se generen solicitudes de pedido en sistema. Se medirán por medio de un análisis interno desde la recepción de las materias primas y la confiabilidad del sistema dentro de los parámetros de demanda y producción.
- Fase 4: evaluación las ventajas y beneficios que se pueden obtener al implementar un sistema MRP dentro de la planificación de materiales, eso se realizará por medio de la diagramación de los procesos y la integración del sistema de planificación dentro de las distintas áreas involucradas con la toma de tiempos desde la recepción del pedido.

La necesidad de realizar este modelo de aprovisionamiento es para que se cumpla con las buenas prácticas de almacenamiento y a su vez evitar materias primas vencidas por no tener un requerimiento que parte desde la demanda estimada por parte de ventas, es decir fabricar lo que si se comercializa.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Empresa farmacéutica nacional

Las empresas farmacéuticas nacionales desarrollaron la industria de consumo a través del trato entre médico y paciente hace varios años, en el cual el auge de la innovación en la fabricación de productos farmacéuticos era desde una nueva molécula hasta fármacos con una historia de desarrollo muy amplia.

En Guatemala empiezan a establecerse varias empresas farmacéuticas con casas centrales en el extranjero en algunos casos se creaban plantas de producción y en algunos casos únicamente distribución, de las cuales podemos mencionar algunas: Laboratorios Lancasco S.A., Laboratorios Bonín S.A. y Laboratorios Unipharm S.A. con la idea de fabricar productos farmacéuticos que hasta ese entonces se importaban de Europa, como ampollas hipodérmicas, tabletas, cápsulas, emulsiones y jarabes.

7.1.1. Tipos de industria farmacéutica

Se pueden clasificar de dos formas diferentes:

- Por fuente de origen de los productos farmacéuticos, en cada farmacéutica hay un equipo de investigación y desarrollo que realizan sus propias investigaciones para fabricar sus propios productos de una manera genérica, pero considerando ciertos aspectos generales en cuanto a información de productos. Se pueden clasificar en:

- Farmacéutica de innovación de productos son todas las empresas farmacéuticas que invierten grandes cantidades de recursos para poder desarrollar nuevos principios activos y fórmulas. Por lo general son farmacéuticas multinacionales.
- Industria farmacéutica genérica cuando el tiempo de las patentes de nuevas terapias quedan sin validez esto ocurre pasado 20 años, quedando la mismas a disposición de ser utilizadas en cualquier otro laboratorio.
- Por el tipo de fármacos y sus principios activos y por las cuales están elaboradas se clasifican en:
 - Industria farmacéutica de medicamentos por prescripción son todos los medicamentos que únicamente pueden ser consumidos por los pacientes por medio de receta o prescripción médica, actualmente están los antibióticos.
 - Industria farmacéutica de medicamentos sin prescripción son todos los medicamentos que se encuentran libres para la venta de los pacientes en general, normalmente están clasificadas en el ramo de los productos OTC (venta libre).

7.2. Características de la industria farmacéutica

Todas las empresas que fabrican productos farmacéuticos tienen una singular característica ya que debe formar parte de lineamientos establecidos por entidades globales que se dedican a cuidar la salud y calidad de vida de las

personas, es decir por su forma de fabricar sus productos, y que estos generan su diferenciación en el mercado (Vázquez, 2014).

7.3. Promoción indirecta

En el caso de la promoción indirecta de los productos farmacéuticos generalmente no es aceptada en algunos casos se puede realizar promoción directa con los clientes, debido a la delicadeza del medicamento, salvo para productos de venta libre, es decir sin prescripción médica. En algunos países es permitida la relación directa del paciente con los medicamentos, lo cual es posible debido a que la entidad que los regula cuenta con procesos robustos que aseguran que no exista un cambio de receta en la farmacia y que la receta parta desde el médico del paciente (Guerra, 2010).

7.4. Distribución indirecta

La industria farmacéutica en su forma de distribución podemos encontrar de variadas formas, pero generalmente se comercializan a través de un distribuidor que por consiguiente las comercializa hacia la farmacia, a continuación, podemos detallar algunas otras formas de distribución:

- **Fabricante:** es el encargado de fabricar el producto con ciertos factores dentro de la producción de calidad, fecha de entrega y cantidades específicas. Normalmente son los que comercializan con distribuidores o directamente con las farmacias.
- **Distribuidor:** es el primero de la cadena de clientes, este realiza las compras a las farmacéuticas y su objetivo es abastecer a las distintas farmacias, para llegar al cliente final.

- Farmacias: son los clientes del distribuidor y son los encargados de vender los medicamentos al consumidor pacientes. En la actualidad comercializan productos de higiene y cosméticos, es decir ofrecen variedad de productos. Ofrecen descuentos y promociones a sus clientes dependiendo de las condiciones que se hayan acordado con las casas farmacéuticas. Hay cadenas de farmacias que ofrecen a sus clientes varias opciones de atención, como clubes de descuento u otras promociones, dependiendo de la casa farmacéutica que distribuya el producto (Guerra, 2010).

7.5. Gestión de compras

Constituye un proceso complejo y diverso que requerirá de una gran serie de acciones y decisiones no carentes de importancia. Ya que los objetivos principales del sistema de compras es el de indicar al dueño, gerente o directivo. En la gestión de compra se puede adquirir materias primas y productos terminados:

- ¿Qué se debe comprar?
- ¿Cuánto se debe comprar?
- ¿Cuándo se debe comprar?
- ¿Qué pedidos deben hacerse?

Independientemente del giro de la empresa, a la cual se dedique por lo menos la gestión de compras, deberá tener los siguientes pasos básicos:

- Análisis de la demanda o pronósticos de ventas en un horizonte de tiempo estipulado.
- Necesidades de fabricación a través de la planeación de la demanda de los clientes (plan de producción).

- Revisión de las listas de materiales y de la explosión de los materiales, de forma paralela se deben tomar en cuenta los inventarios de producto terminado.
- Planificación genera las solicitudes de pedido para la elaboración del plan de compras de acuerdo con el *lead time* de cada material.
- Selección de proveedores
- Selección de las mercancías que se comprarán
- Gestión de compra y generación requisiciones
- Colocación de las órdenes de compra al proveedor
- Seguimiento a los ingresos de los pedidos
- Recepción en almacén de las materias primas.
- Distribución y ubicación en almacén (Rodríguez, 2013).

7.6. Políticas de compra

Un aspecto fundamental que se tiene que tomar en cuenta son las políticas de compra las cuales son ejecutadas por abastecimiento o por el Departamento de Compras, estas deben cumplir con ciertos requisitos para que la gestión de compras de materiales se ejecute correctamente.

Estas políticas manejan aspectos claves dentro de la gestión de compras, como lo son los siguientes:

- Criterios de calidad solicitados en los materiales comprados por proveedores, materias primas y material de empaque.
- Niveles mínimos y máximos de inventario permitidos.
- Niveles de seguridad.
- Puntos de reorden.
- Gestión de las compras urgentes, debido a un cambio en la demanda

- Criterios para subcontratar o contratar
- Tipos de contrato de compras de acuerdo con términos de pago
- Criterios para la selección de proveedores
- Condiciones de compra
- Criterios claves para las negociaciones con los proveedores

7.7. Materias primas

Son todas aquellas que se obtienen de la naturaleza y procesos químicos, que sirven para la fabricación de medicamentos (Pérez, 2015). En el área farmacéutica son utilizadas principalmente para la fabricación de productos semiterminados principalmente se denominan principios activos o excipientes que a su vez son transformados en medicamentos y fármacos (productos terminados) (Pérez, 2015).

Estas se dividen en principio activo o excipientes. Las materias primas con principios activos son las sustancias a las cuales se debe el efecto farmacológico de un medicamento. En un principio se considera que los principios activos eran principalmente hierbas y todas las sustancias naturales; luego se fueron aislando sus componentes y se logró identificar la estructura de muchas de ellos.

Los principios activos y excipientes son añadidos para conseguir la forma farmacéutica completa (cápsulas, comprimidos, soluciones, tabletas y gotas) estos facilitan la preparación, conservación de los medicamentos. Es el único componente que puede diferir y su equivalente dentro de la fórmula no puede llevar más del 40 % del principio activo (Palacios, 1998).

7.8. Plan de producción

El plan de producción tiene como fin fabricar las cantidades de producto final que se requieren de acuerdo con la demanda estimada por parte de ventas. Este plan se puede generar de las proyecciones de ventas o demanda de mercado en un horizonte de tiempo. Normalmente se puede planificar un horizonte de hasta 24 meses, basado con el lead time de las materias primas, esto puede ir variando de acuerdo con la estrategia del negocio.

Incluso la demanda de ventas para productos farmacéuticos de demanda estacional, debido a su fuerte variabilidad en las proyecciones de ventas pueden establecerse en una planificación de producción de 4 a 5 veces en el año y en áreas de producción específicas y con lotes de fabricación en volúmenes importantes.

Para determinar las necesidades, nos apoyamos en datos históricos de la empresa. Las urgencias que surjan en la planificación pueden distorsionar toda una planificación, pero puede controlarse de dos formas: aumentando la capacidad instalada o generar una clasificación prioritaria de productos de acuerdo con las ventas (Alvares, 2009).

7.8.1. Plan de capacidad

La capacidad puede depender de nuestro plan máster de producción, con esto podemos estimar la capacidad de fabricación de acuerdo a los tiempos estimados de fabricación por cada uno de los productos farmacéuticos y áreas que se tengan a disposición en producción, permitiendo solo algunos cambios dentro de la programación y con esto asegurar la realización del plan de

producción en un tiempo adecuado, mediante la planificación de las solicitudes de pedidos en el sistema de planificación (Alvares, 2009).

7.8.2. Planificación de la capacidad

Consiste en una previsión o anticipación de las necesidades de capacidad de la planta a largo plazo, es decir en un horizonte de tiempo de aproximadamente 12 meses. Partiendo de esa previsión se determinan disposición de maquinaria y recurso humano (Calderón, 2005).

7.8.3. Gestión de materiales

Consiste en determinar las necesidades de materiales, esto incluye materias primas y material de empaque. Se deben gestionar a corto y mediano plazo, esto implica la gestión del inventario en bodega y en tránsito, por lo que determina las inversiones en activo circulante de la empresa (Alvares, 2009).

7.8.4. Programación de la producción

Su función es la de optimizar en el corto plazo y mediano plazo, recursos humanos, maquinaria y capacidad instalada, programando ordenes de trabajo y definiendo una serie de prioridades de acuerdo con la demanda de mercado y pronósticos de ventas (Alvares, 2009).

7.9. *Lean Manufacturing*

La manufactura esbelta nace en Japón por medio de los grandes sistemas de producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros.

En un proceso de producción que involucra varios lineamientos que permiten no tener actividades que no agregan valor al producto o proceso productivo farmacéutico final, o a cualquier tipo de servicio, dando un agregado a cada esta del proceso realizada, reduciendo obsolescencia y costos de esta forma ir mejorando las operaciones dentro del proceso de planificación. El proceso de manufactura flexible o adaptable es definido como una parte de una óptima de manufactura, basada en la eliminación planeada de todo tipo de desperdicio, costos y la mejora primordial de la productividad y calidad en todos los sentidos del proceso (Gutiérrez, 2009).

7.10. *Just inTime (JIT)*

Este método se basa en el concepto que nada se produciría hasta cuando se necesite en el momento adecuado, evitando costos de almacenaje (Gutiérrez, 2009), lo que significa que en un proceso continuo las componentes adecuadas necesarias para el montaje deben incorporarse a la cadena de producción y planificación justo en el tiempo que deben abastecerse y en la cantidad correcta (Gutiérrez, 2009). Una empresa que adopte este modelo puede llegar a no contar con *stock* o costos de almacenamiento innecesarios y no generar impactos en el flujo financiero de la empresa (Gutiérrez, 2009).

Una herramienta fundamental del JIT son los sistemas Kanban de control de producción, los cuales utilizan un dispositivo de señalización para regular los flujos de JIT. Kanban significa “Señal” o “Tarjeta de instrucción” en japonés.

7.11. Principios fundamentales del pronóstico

La realización del pronóstico de ventas es principalmente para la obtención de un producto en el mejor tiempo y condiciones para ser comercializado. Esto genera una serie de procesos subsecuentes tales como la explosión de materiales, el pronóstico nos permite predecir expectativas o requerimientos futuros.

Sin importar el sistema que se utilizará en el pronóstico, es muy importante comprender lo siguiente:

- Se deberá de realizar por grupos o familias de artículos o materias primas similares: ya que los pronósticos son más precisos para grupos que siguen una misma línea, pero lo ideal es generarlo al nivel más bajo de SKU.
- Los pronósticos se realizarán en periodos cortos: son menos las perturbaciones o errores que se pueden llegar a cometer a un futuro próximo y se puede realizar una evaluación constante de la evolución de las ventas en un periodo determinado.
- Todo pronóstico debe incluir un error de estimación: es importante que el pronóstico contenga contemplado un porcentaje de error absoluto, aunque el error sea hacia arriba o hacia abajo del pronóstico.

7.12. Funciones básicas del MRP

Es un sistema de planificación entrelazado con producción y planeación y que cuenta con procedimientos relacionados que se encuentran ingresados en el sistema SAP y que puede generar pedidos hacia el proveedor de tal manera que permita realizar el abastecimiento de los materiales involucrados en el proceso productivo, el cual conlleva una explosión de materiales a nivel más bajo, es decir hasta las materias primas y materiales de empaque (Miranda, 2004).

El plan de producción se transmite en necesidades básicas y reales de producción, claramente con fechas y cantidades estimadas. Cada orden de producción se incluye en el sistema de planificación para realizar la explosión de materiales para ser abastecidos en tiempo y esto nos permite conocer capacidades productivas y de almacenamiento, es decir se costea en unidades sencillas dependiendo el lote mínimo de fabricación (Chapman S. 2006).

En cuanto a la definición del MRP, se puede describir en (Chase, 2009).

- Está definido hacia los productos terminados y semiterminados, con base en esto se realiza la explosión de materiales para luego determinar las cantidades de materias primas a abastecer para su fabricación, necesidades de fabricación (García, 2002).
- Las restricciones productivas son relacionadas al abastecimiento, sino se aseguran las entregas de las materias primas no se puede fabricar, ni satisfacer la demanda (García, 2002).
- Es un sistema integrado de producción y planificación que permite tomar decisiones sobre tiempos y costos (García, 2002).

En su trabajo de graduación Ramos Aparicio, (2007) define el Máster Plan de Producción (MPS) como una herramienta que permite la planeación de la producción a toda escala de una planta, basados en la demanda real del mercado y que nos indica cuando fabricar y las cantidades dentro de los lineamientos definidos previamente.

Se combinan factores importantes que se involucran directamente con la fabricación de los productos y abastecimiento de materias primas y material de empaque partiendo de una explosión de materiales (Mora, 2008). La secuencia se modifica de acuerdo con la flexibilidad de las salidas por el MRP, que se definen como una explosión de materiales.

En las salidas se describen los índices de productividad y se compara respecto al cumplimiento justo a tiempo de las materias primas. Todo proceso a implementarse tiene sus falencias por ello se deben llevar detalles de información o data que nos permita validar movimientos de inventario, los cuales pueden dar certeza de los niveles de reorden que se necesitan y detecta la falta de material o materia prima, es decir los de más alta rotación, no deberían tener inconvenientes dentro del abastecimiento ya que sus niveles de seguridad son altos, reduciendo así las demoras y deficiencias en el proceso de abastecimiento o en la gestión de compra para ingresos al almacén.

El propósito que se pretende alcanzar es contar con el inventario disponible en el momento que será utilizado para la venta, dependiendo del *lead time* de las materias primas y material de empaque, se debe dar prioridad en cuándo solicitar, lo cual hace que sea más necesario un análisis de inventarios para determinar la gestión de estos y que el flujo de estos sean adecuado para que el cliente cuenta con el oportunamente (Chapman, 2006).

7.12.1. Entradas al sistema MRP

Las principales entradas al sistema de requisición de materiales se componen de la siguiente manera:

7.12.2. Programa maestro de producción (*Master Production Schedule*)

El MPS es un plan detallado que establece cuántos productos finales serán producidos y en que períodos de tiempo (Barrascout, 2005). Las necesidades de fabricación deben de restarse de las cantidades que ya han sido fabricadas y aquellas que se encuentren aún en proceso productivo o de entrega por parte del proveedor de materiales.

El plan se debe realizar en una primera fase en forma semanal y, a medida que mejora la planificación de la demanda en un horizonte de tiempo, puede realizarse en forma trimestral o semestral. Estas primeras semanas no deben admitir ningún cambio en la programación para evitar los posibles problemas de cambios de fabricaciones a raíz de los cambios en el programa de producción.

El resultado final de MRP, debe ser la obtención de un plan realista que refleje las cantidades necesarias de cada producto final para cada período de tiempo. Una de las formas para consolidar el plan de producción es en forma matricial donde debe especificarse producto, cantidad, fecha de fabricación y lote mínimo (García, 2002).

7.12.3. Lista de materiales para explosión de materiales

Es una lista de ítems de forma detallada que permite conocer todos los materiales necesarios para iniciar el proceso productivo de un producto, de lo que se refiere a la explosión de materiales a nivel más bajo. A su vez, se debe contar con un plan de producción para obtener las cantidades de materias primas que se deben de abastecer en un periodo determinado con el objetivo de fabricar un producto terminado que llega a consumirse por los clientes finales.

La forma más común de presentar la lista de materiales es la de una estructura en forma de árbol con diferentes niveles de explosión dependiendo de cada uno de los productos. La lista de materiales básicamente establece lo siguiente:

- ¿Qué materiales necesitamos para cumplir con lo requerido por el Plan Maestro de Producción?
- ¿Cuándo se necesitan los materiales, para cuadrar con el programa maestro de producción? (Burdiige, 2010).

La completa estructura de las listas de fabricación y de materiales debe ser precisa ya que cada etapa del proceso de manufactura y planeación se encuentre entrelazada entre sí, para lógicamente, contar con una etapa final en el proceso productivo en la fabricación de productos farmacéuticos (Burdiige, 2010).

7.12.3.1. Requisitos de la lista de materiales

Los requisitos para definir la lista son:

- Cada principio activo o excipiente y material de empaque que interviene debe tener asignado un código que lo identifique.
- Debe realizarse un proceso de segmentación por niveles. A cada elemento le corresponde un nivel en la estructura de fabricación de un producto, asignado en nivel más bajo de materiales. Así, al producto final le corresponde el nivel cero. Las materias primas y materiales que intervienen en la última explosión de materiales son de nivel uno (Burdiige, 2010).
- Ejemplo de la lógica de un sistema MRP por código y segmentado por semanas, para determinar la disponibilidad de inventario y necesidades a futuro:

Tabla I. Ejemplo del sistema MRP

Código	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NB									
D			400	600		800	300		
SS	550	550	550	150	0	0	0	0	0
NN	50	50	50	50	50	50	50	50	50
EOP	0	0	0	500	0	800	300	0	0

NB: necesidades brutas

Código	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NB									
D	0	500	0	800	300	0	0	0	0
SS	500	500	0	0	0	0	0	0	0
NN	0	0	0	800	300	0	0	0	0
EOP	0	0	800	300	0	0	0	0	0

D: disponibilidad
SS: stock de seguridad
NN: necesidades netas
EOP: emisión de ordenes planificadas

Código	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NB									
D	0	500	400	600		800	300		
SS	700	700	550	150	0	0	0	0	0
NN	0	0	50	50	50	50	50	50	50
EOP	0	0	0	500	0	800	300	0	0

D: 500
SS: 0
L.T. = 1S

1. Si la disponibilidad es mayor que 0;
NN=NB-D+SS

Código	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NB									
D			400	600		800	300		
SS	550	550	550	150	0	0	0	0	0
NN	50	50	50	50	50	50	50	50	50
EOP	0	0	0	500	0	800	300	0	0

D: 500
SS: 0
L.T. = 1S

2. Si la disponibilidad es igual a 0; **NN=NB**

Fuente: elaboración propia.

7.12.3.2. Características de la lista de materiales

Para la generación de la lista de materiales deben considerarse los análisis que se obtienen de investigación y desarrollo. Estas deben crearse en el sistema de planificación para facilitar la explosión de materiales en el sistema de MRP y se pueda asegurar el plan máster de producción en tiempo y cantidades definidas (Burdige, 2010).

7.13. MRP (Planeación de requerimiento de materiales)

El MRP es una herramienta usada por muchas empresas a nivel logístico, que permite solucionar muchos problema dentro de la planificación de materiales como tal, ya que se basa en una explosión de materiales a todo nivel y escala,

para contar con el abastecimiento óptimo de los materiales y para la fabricación de productos semiterminados y terminados, esto significa convertir necesidades de los clientes en órdenes reales de producción, para luego convertirse en necesidades de materiales, tanto de materias primas como material de empaque, con fechas y cantidades de entrega, de acuerdo con los lotes mínimos de fabricación (Burdiige, 2010).

Las principales características del MRP son las siguientes:

1. Está orientado a los productos, debido a que planifica las necesidades de componentes partiendo de la explosión de necesidades de estos. Es pronosticador, ya que se basa en datos futuros de la demanda para planificar en un tiempo determinado.
2. Realiza una segmentación de las necesidades en el tiempo para el abasto de materiales con fechas y cantidades de entrega solicitadas al proveedor.
3. No toma en cuenta las restricciones de capacidad.
4. Actúa de manera que cualquier cambio en las entradas, una vez introducidos, afecte todo el proceso en conjunto.
5. Es una base de datos común, que debe ser utilizada por todas las áreas funcionales de la empresa.
6. Debe permitir modificaciones en las estrategias del negocio, asegurando la fabricación óptima de productos según (Suhr Helmuth, 2014. p. 42).

- Las entradas básicas del MRP son:
 - El Programa Maestro de Producción, que indica las unidades de producto final a producir con y las fechas de entrega previstas.
 - La lista de materiales, que nos indica la estructura de fabricación y el montaje de cada producto, aquí se toma en cuenta todas las variables involucradas en el BOM en la fabricación de productos semiterminados y enlazándolos a la lista de materiales de los productos farmacéuticos.
 - Archivos de coberturas de inventarios de materias primas y material de empaque, estos sirven para dar una guía sobre el pronto abastecimiento de cada una de ellas según (Suhr Helmuth, 2014, p. 43).

El MRP consiste en un cálculo o explosión de materiales a más bajo nivel de requerimientos. Las entradas dentro del MRP son las proyecciones de venta o una demanda de mercado, considerando variables como *lead time*, parámetros de producción e inventarios disponibles en bodega y las solicitudes de pedido convertidas en órdenes de compra para el proveedor (Arango, 2009).

Básicamente, conoce las necesidades de fabricación para luego identificar las necesidades de aprovisionamiento de materiales para cumplir con la fabricación en el tiempo y cantidades estipuladas.

7.14. Ventajas y beneficios del sistema MRP en una empresa farmacéutica

Entre las ventajas y beneficios que se pueden obtener se encuentran, una mayor rotación de inventarios de materias primas, disminución en el tiempo de espera de la entrega, mayor éxito en el cumplimiento de las promesas de entrega de los productos terminados que produce la empresa, y disminuciones en los ajustes internos de producción para compensar los materiales que no se tienen disponibles (Palacios, 1998).

Para muchas personas representa una mejoría con respecto a los sistemas anteriores de planificación y control de la producción. Su uso aumenta a medida que los procesos de planificación y producción van implementando mejores métodos de pronósticos y de manejo de materiales (Pocop, 2010).

7.15. Cálculo del nivel de seguridad

Este se puede calcular del promedio de las entregas del producto, es decir se registran los tiempos de entrega expresados en meses de cierto producto, tomando en cuenta antecedentes en que tardan en entregar el producto a bodega general desde la fecha en que se realiza el pedido a producción (Mora, 2011). Por lo menos pueden ser los últimos 6 meses, el cual se obtiene sumando cada tiempo de entrega y entre el resultado entre la cantidad de datos que se están cuantificando, en este caso será 6.

Por ejemplo:

- Cálculo de consumo o entregas de producto

Sea:

X= número de meses

n = número total de meses

- Promedio de entregas de materia prima a bodega: la fórmula brinda la media de las llegadas a bodega, sumando los tiempos (X) para luego dividir el total dentro del número de meses asignados.

Rss = Valor del pedido más tardado – promedio *Fórmula 1*

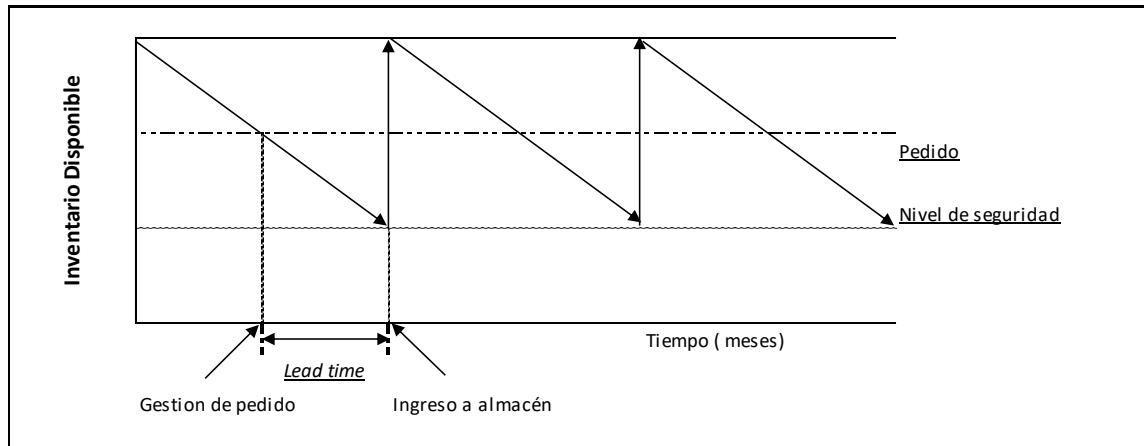
SS= [(Planificado / Ciclo) * Rss] *Fórmula 2*

7.16. Cálculo del nivel del punto de reorden

El nivel del punto de reorden determina el tiempo óptimo en el que se debe abastecer con nuevos lotes y con nueva vida útil, es decir, el Departamento de Compras debe iniciar el proceso o gestión de compra con el proveedor con la función principal de que el nivel de *stock* de seguridad sea lo más bajo posible, para no tener cambios en la productividad y seguidamente en el maestro del plan de producción (Heizar, 2004).

Ejemplo: gráfico del cálculo de nivel de reorden y solicitud de pedido que ingresa a almacén en un periodo de tiempo (meses):

Figura 2. Nivel de reorden



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica, se determinan pedidos de compra de inventario, basados en un *lead time*, es decir cuando se debe gestionar el pedido y cuando se está recibiendo. Se debe conocer con certeza el inventario disponible o inicial y con el tiempo realizar ingresos de tal manera que al llegar al nivel de seguridad exista un pedido que permita la construcción de un inventario y cuando se debe gestionar el siguiente pedido.

El cálculo del punto de reorden es determinar un promedio de los tiempos del abastecimiento de los últimos meses, multiplicado por las cantidades vendidas al cliente, dividido entre el ciclo de tiempo.

Si se conoce la cantidad a fabricar planificada se divide con el total de los tiempos de entrega por el promedio, de esta forma:

$$\text{Nivel de reorden} = \left(\frac{\text{planificado}}{\text{ciclo}} \right) * \text{promedio de entrega} (\bar{X}) \quad \text{Fórmula 3}$$

7.17. Cálculo de inventario máximo

Cálculo de nivel de inventario máximo, es la cantidad máxima de inventario de una materia prima. Se establecen máximos por temas de costos y capacidad de almacenamiento, este es muy parecido al nivel de seguridad y al nivel de reorden en algunos casos (Rodríguez, 2013).

$$N_{\max} = [(\text{Planificado} / \text{Ciclo de medición}) * R_{\max}] \quad \text{Fórmula 4}$$

7.18. Procedimiento para la cobertura de consumo

El procedimiento para calcular la cobertura es generando una cuantificación de los consumos por cada una de las materias primas utilizadas en producción entre el inventario disponible en bodega y en tránsito en un tiempo determinado (Castellanos, 2012). El nivel de reorden es un punto crítico para realizar la gestión de compras para que ingresen las materias primas y material de empaque justo antes de consumir el *stock* de seguridad. Para realizar el cálculo de este dato se necesita dividir la existencia de repuestos dentro de lo planificado y multiplicarlo por el ciclo que se está utilizando.

$$LTC = [(\text{Existencia} / \text{Planificado}) * \text{Ciclo de tiempo}] \quad \text{Fórmula 5}$$

7.19. Cálculo del stock mínimo

La cantidad mínima, se refiere a la cantidad mínima óptima disponible en el inventario, de forma que pueda utilizarse cuando se requiera, no incluyendo cambios en la programación de producción.

El calcular este dato es de suma importancia porque normalmente con este se determinan los niveles de seguridad y niveles de reorden en cada una de las materias primas que se ven involucradas en el proceso productivo (Rodríguez, 2013).

$$Qop = (2+SS) + NR \quad \text{Fórmula 6}$$

7.20. Indicadores del proceso para el abastecimiento de materias primas

Se necesitan variables de control, con indicadores que midan en el abastecimiento óptimo y el ingreso a bodega:

- Cantidad de materias primas ingresadas a bodega
- Categorización de las materias primas acorde a *lead time* y consumo
- Cantidad de materias primas rechazadas por control de calidad
- Porcentaje de cobertura de materia prima para cada de las categorizaciones

Para la medición de coberturas de materiales en un periodo estimado se detalló por medio de la siguiente tabla II:

Tabla II. **Medición de coberturas de materiales**

KPI	Mediciones	Unidad de medida	Cálculo	Tiempo
Movimientos de materiales en almacén	Medir la rotación por clasificación	Cantidad	Costos de los materiales entre inventario promedio en bodega	Mensual
% de cobertura de materia prima para producción	Medir la cobertura de mayor consumo	Porcentaje	Sumatoria del inventario disponible entre consumo real	Semanal
% de cobertura de materiales por mayor lead time	Medir la cobertura con mayor lead time (6 meses)	Porcentaje	Sumatoria del inventario de materiales entre consumo real	Semanal
% de materiales rechazados por control de calidad	Cuantificar los materiales que no cumplen especificaciones de calidad	Porcentaje	Total de materiales rechazadas por calidad entre total de materiales ingresados a almacén	Diaria
Porcentaje de materias primas vencida	Medir la cantidad de materiales que se vencen en almacén	Porcentaje	Sumatoria de materiales vencidas entre inventario total	Mensual

Fuente: elaboración propia.

7.21. Rotación de inventarios

Para que la empresa en estudio tenga un control sobre la forma en que rotan sus inventarios, estos se deben medir con un indicador el cual dará la razón que indique con qué rapidez de la empresa efectúa sus ventas. La rotación del inventario es importante para evitar costos altos de almacenaje y la idea es

aprovechar la vida útil de las materias primas, a mayor rotación mejoran los sistemas de ingresos de materias primas con una nueva vida útil, esto reduce que las materias primas lleguen a corta expira y evitar destrucción de estas y así llegar a convertirlas en productos semiterminados y terminados (Ordinola, 2008).

En cuanto a una rotación baja en los inventarios, esto indica un inventario con lento movimiento que posiblemente se cuente inventario con vida útil vencida. La obsolescencia es un factor importante para considerar debido a que es un costo sino un gasto y que no se convierte en producto terminado. La fórmula para esta razón es la siguiente.

$$\text{Rotación de inventario} = \text{Costo de ventas} / \text{Inventario} \quad \text{Fórmula 7}$$

7.22. Gestión de inventarios

La gestión de inventario es importante en todas las empresas que manejen bienes tangibles para la venta y para esto podemos considerar varios métodos existentes para control de los inventarios y de cuáles son los costos involucrados en el inventario disponible para fabricación. Uno de los más comunes utilizados es el método ABC que permita una mejor clasificación de nuestros materiales (Mora, 2008).

7.22.1. Inventarios

Se puede definir como una determinada cantidad de materia prima, material de empaque o productos terminados que se mantienen almacenados y controlados por la empresa para su distribución y venta del producto.

El tener un inventario es parte importante para una empresa ya representa el patrimonio de más alto valor y se corre el riesgo en obsolescencia. El fin de mantener niveles de inventario correctos permite a las farmacéuticas poder responder a los clientes de manera más eficiente y así evitar el cambio de receta en la farmacia y brindar al paciente el medicamento en condiciones óptimas.

Por lo tanto, es necesario mantener niveles de inventario adecuados que no generen costos excesivos pero que sean suficientes para poder cumplir con la demanda (González, 2010). En este punto se puede observar la importancia de los sistemas MRP que permiten integrar a sus funciones la adecuada gestión del nivel óptimo de recursos almacenados (Suhr Helmuth, 2014).

7.22.2. Tipos de inventarios

La clasificación de los inventarios permite su fácil gestión a los procesos de la empresa, además que permite tener un mejor control sobre estos. El inventario de materia prima y material de empaque está conformado por todos los principios activos, excipientes y empaques primarios y secundarios que mantienen en óptimas condiciones el producto.

Estos recursos son importantes porque son el comienzo del proceso de transformación que pretende tener como salida un producto terminado, la calidad y el estado de la materia prima determinará en gran medida la calidad y el costo final del producto terminado (Heizer, 2004).

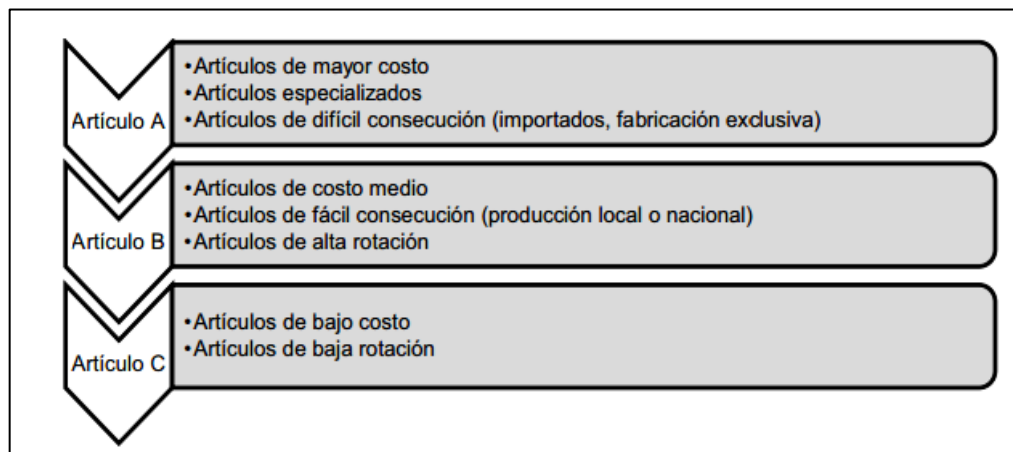
El inventario de productos en proceso consiste en todos aquellos elementos que están siendo utilizados en el actual proceso productivo y que aún no están terminados, es decir que se encuentran en un grado intermedio.

El inventario de producto terminado está conformado por los productos que ya alcanzaron su etapa final y que han sido transferidos al área de bodega pero que aún no han sido vendidos hacia los distribuidores.

7.22.3. Método de control

El método de control de inventario ABC es una clasificación que se realiza en tres categorías (A, B y C) con el fin de determinar a qué productos se les debe prestar mayor atención en cuanto a su control por tener una mayor incidencia en alguno de los siguientes factores: mayor costo, artículo especializado y artículo difícil de conseguir. Este sistema está basado en la distribución de Pareto señalando que el 20 % del número de artículos representa el 80 % del valor total de inventario. A continuación, una representación gráfica del control ABC (Mora, 2008).

Figura 3. Diagrama del método ABC para inventarios



Fuente: Mora. (2008). *Gestión de Inventarios*.

7.22.4. Métodos de valuación de inventario

Existen varios métodos para calcular el valor de los inventarios, el fin es poder llevar el control de cuánto vale el inventario en determinado momento del tiempo según el método previamente establecido por la empresa (Heizer, 2004).

7.22.4.1. Método PEPS

El método PEPS (primero en entrar, primero en salir) consiste en que se le debe dar salida del inventario a aquellos productos que ingresaron primero, dejando aquellos productos adquiridos posteriormente. El valor que tendrán los productos en caso de existir una devolución es el valor por el que se compró al momento de la operación. Igual sucede con un producto terminado que se vendió y es devuelto, su valor será el que tuvo en el momento de haber sido vendido. Este método es muy útil cuando se tienen productos o materias primas perecederas y es necesario venderlos o emplearlos en el proceso a la mayor brevedad posible.

7.22.4.2. Método UEPS

El método UEPS (último en entrar, primero en salir) se le da salida del inventario a aquellos productos que ingresaron de último y quedan aquellos productos que se compraron de primero (Hernández, 2004). El valor que tendrán los productos, igual que en el método PEPS será el que tuvieron al momento de salir del inventario. Este método puede ser muy útil cuando los precios de los productos o materiales aumentan constantemente (Heizer, 2004).

7.22.4.3. Método promedio ponderado

En el método de promedio ponderado se puede determinar un promedio de los ingresos de producto, totalizando los valores del inventario con las cantidades de los nuevos ingresos a bodega, para luego dividirlo entre el número de unidades disponibles en el inventario, adicionando los de nuevo ingreso.

7.22.5. Costos de inventario

Para llevar a cabo una buena gestión de los inventarios es necesario poder establecer de manera fiable el costo de estos, para esto se deben considerar los costos por pedido, por mantenimiento y por faltantes de inventario.

7.22.6. Costo de pedido

Este tipo de costo es principalmente determinado por el proveedor ya que se define cuando se realiza la compra en cualquier momento en que ocurra alguna actividad para abastecer los inventarios de materias primas y material de empaque (Hernández, 2004). Este costo se divide principalmente en costos administrativos y de ventas, asociados básicamente al proceso de generación de la orden de compra y finaliza hasta cuando se recibe el pedido del cliente o distribuidor y se ingresa la materia prima al inventario.

Este costo generalmente es independiente del volumen del pedido y se establece como fijo sin importar la cantidad del lote.

7.22.7. Costo por falta de existencia

Los costos por faltantes se definen como los costos incurridos en la pérdida de una venta o satisfacer una demanda puntual hacia los clientes por no contar con el inventario disponible en el tiempo requerido. Para evitar estos costos es importante contar con una planificación de la demanda adecuada, la situación de mercado actual o a pedidos recibidos con anticipación por parte de los clientes. Si estos no se permiten, entonces un agotamiento de inventario dará como resultado la pérdida permanente de ventas de los productos que se requieren y que no estaban disponibles en bodega. Cuando se permiten los pedidos atrasados, los costos de mayor importancia son los costos administrativos (Alvares, 2009).

El costo más grande asociado a la falta de existencia es la posible pérdida potencial de un cliente o que el pedido de venta no se recupere en el tiempo, por esta razón es muy importante mantener niveles adecuados de inventario tratando de mantener los demás costos bajos, pero siempre manteniendo lo necesario para cumplir con los clientes.

7.22.8. Costo por almacenaje

El otro costo de inventarios es el costo por almacenaje y mantenimiento, se refiere a todos aquellos costos necesarios para mantener un determinado nivel de inventario. Se define como la suma del costo de oportunidad de la cantidad invertido en ellos, el costo del almacenamiento físico (renta, iluminación, refrigeración, seguridad), depreciación y obsolescencia de las materias primas y material de empaque. Normalmente este costo se expresa en función del tiempo (Alvares, 2009).

7.23. Sistemas de control de producción

En los sistemas de control de producción se comparan las medidas de planificación de las operaciones con las previsiones a tiempo (tiempos, costos de materias primas y material de empaque y plazos de producción). Existe un proceso de control de producción a mediano plazo que puede llegar a modificar considerablemente el plan de producción en un lapso de un año y un control de producción a corto plazo que regula la programación de la producción (Burdiige, 2010).

7.23.1. Control de *stocks*

Esta función está directamente ligada a la gestión de *stocks*. Mediante esta función se controlan las entradas y salidas de materiales y productos terminados (Burdiige, 2010).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Empresa Farmacéutica Nacional

1.1.1 Tipos de Industria Farmacéutica

1.1.2 Características de la Industria Farmacéutica

1.1.3 Promoción Indirecta

1.1.4 Distribución Indirecta

1.1.5 Gestión de Compras

1.1.6 Políticas de Compras

1.2. Materias primas

1.3. Plan de Producción

1.3.1 Plan de Capacidad

1.3.2 Planificación de la capacidad

1.3.3 Gestión de materiales

1.3.4 Programación de la producción

1.4. *Lean Manufacturing*

- 1.5. *Just in time*
- 1.6. Principios fundamentales del pronóstico
- 1.7. Funciones básicas del MRP
 - 1.7.1 Entradas al sistema MRP
 - 1.7.2 Programa maestro de producción
 - 1.7.3 Lista de materiales para explosión de materiales
 - 1.7.3.1 Requisitos de la lista de materiales
 - 1.7.3.2 Características de la lista de materiales
- 1.8 MRP Planeación de requerimientos de materiales
- 1.9 Ventajas y beneficios del sistema MRP en una empresa farmacéutica
- 1.10 Cálculo del nivel de seguridad
- 1.11 Cálculo del nivel del punto de reorden
- 1.12 Cálculo de inventario máximo
- 1.13 Procedimiento para la cobertura de consumo
- 1.14 Cálculo del *stock* mínimo
- 1.15 Indicadores del proceso para el abastecimiento de materias primas
- 1.16 Rotación de inventarios
- 1.17 Gestión de Inventarios
 - 1.17.1 Inventarios
 - 1.17.2 Tipos de inventarios
 - 1.17.3 Método de control
 - 1.17.4 Método de valuación de inventarios
 - 1.17.4.1 Método PEPS
 - 1.17.4.2 Método UEPS
 - 1.17.4.3 Método promedio ponderado
 - 1.17.5 Costos de inventario
 - 1.17.6 Costo del pedido
 - 1.17.7 Costo por falta de existencia

- 1.17.8 Costo por almacenaje
- 1.18 Sistemas de control de producción
 - 1.18.1 Control de *stocks*
- 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
- 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Se realizará la descripción de los procesos actuales, así como, el análisis de la información y la recopilación de datos históricos estableciendo el estado y situación actual de la empresa. Se realizará un análisis inicial de la requisición de materia prima, el proceso de entrada y salida de insumos de bodega, el proceso de almacenamiento para determinar la eficiencia de la logística, esto permitirá el uso de MRP para la requisición de materia prima y ahorrar costos de operación.

Para poder llevar a cabo esta investigación se describirán a continuación las técnicas métodos y procedimientos que se utilizarán para cumplir con los objetivos planteados.

9.1. Enfoque

El enfoque del estudio propuesto es mixto, debido a que se tendrán datos cuantitativos y cualitativos. En el cual se determinará la cantidad de materias primas que son abastecidas óptimamente por mes, comparado con las que serán destruidas o están por llegar a su fecha de vencimiento. El uso de análisis de caso se podrá realizar entrevistas estructuradas y no estructuradas al personal administrativo y operativo del área de bodega, compras y logística. Las entrevistas tienen el objetivo de analizar y evaluar cuáles han sido los problemas y soluciones al proceso de adquisición de materia prima.

9.2. Tipo de estudio

La presente será una investigación de tipo descriptivo que consistirá en conocer las situaciones y características predominantes del problema en estudio, a través de objetos, procesos que están directamente involucrados en el sistema de abastecimiento que posee el área de planeación de la empresa farmacéutica.

9.3. Diseño de la investigación

Dentro de la investigación descriptiva no experimental, debido a que se realizará bajo la obtención de datos estadísticos de la rotación de los inventarios, consumo promedio de materia prima, cobertura de las materias primas y días de liberación de la materia prima para uso.

La investigación permitirá identificar los procedimientos de compra de materia prima, almacenaje, distribución, dado que, si permanecen mucho tiempo en bodega, se va reduciendo su tiempo de vida, por ende, en el momento que sean despachados al área de producción pueden que ya se encuentren vencidos, lo que genera pérdida para la empresa.

Otro de los aspectos a investigar es el control en los inventarios, si existe algún formato para llevar los registros de los insumos que se van utilizando, insumos que se cuentan en *stock*, ya que se debe contar con políticas de reorden de inventarios, definir inventarios de seguridad para no quedarse desabastecidos para no detener las líneas de producción.

El procedimiento para la implementación consiste en recopilar información histórica que permita sentar el punto de partida para el estudio. Esta información contempla variaciones de inventario, quiebres de inventario, demandas

históricas, coberturas actuales, órdenes de producción enviadas a planta y revisiones de las listas de materiales. Para esto será necesario consultar fuentes primarias como personal de la empresa a través de entrevistas no estructuradas y fuentes secundarias documentales.

Un aspecto importante que se tendrá en cuenta es la evaluación de las competencias de los colaboradores tanto en bodega como en el área de planificación de la empresa con esto se pretende conocer las necesidades de capacitación de cada área.

9.4. Alcance

El alcance es descriptivo dado que se conoce el proceso actual de abastecimiento, el cual se puede analizar. Adicional se cuenta con la información de las distintas áreas involucradas en el abastecimiento de materiales y cuál es su participación dentro del mismo, es decir, determinar el punto inicial y final de la planificación.

9.5. Variables e Indicadores

Las variables que se aplicarán en esta investigación son de tipo mixto, para realizar la medición correspondiente de los resultados que se obtengan, y así determinar la relación entre las variables estudiadas.

Posteriormente, será necesario analizar la situación actual de la empresa y diagnosticarla, para esto será necesario el uso de los datos recopilados anteriormente y el uso de un diagrama de Pareto para encontrar los factores que afectan en mayor proporción a los costos de inventarios.

Para calcular los costos de inventario es necesario tener establecido el valor total de los materiales a evaluar, para lo cual será necesario el uso de observación directa y documentación digital. Además, se establecerá el costo por hora de los supervisores y el tiempo que toma todo el proceso del abastecimiento de materiales hasta su uso en producción.

Tabla III. Operacionalización de variables

<i>Objetivo</i>	<i>Nombre de la Variable</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Definición teórica</i>	<i>Definición operativa</i>	<i>Técnicas</i>	<i>Indicador</i>
Diagnosticar las deficiencias en el proceso actual de abastecimiento de materias primas	Cantidad de materias primas vencidas y sobrantes	Cualitativa Independiente	Procesos y métodos adoptados de manera coordinada a fin de proteger sus inventarios contra pérdida.	Cantidad de materias primas en kg.	Las técnicas e instrumentos para la investigación se realizarán con recopilación de datos por medio de entrevistas a expertos de cada área relacionada a la cadena de suministros Investigaciones de campo mediante observaciones en los distintos procesos de almacén y compras.	% de materias primas vencidas en bodega.
Desarrollar la metodología y los indicadores de coberturas para el sistema de inventarios utilizando la herramienta de MRP tomando en cuenta las áreas involucradas en el proceso.	Coberturas de materias primas respecto al consumo	Cuantitativa Independiente	Administración de inventarios de materias primas.	Consumo en kg de cada materia prima		% de coberturas de inventario disponible
Determinar los puntos de reorden o stock de seguridad para cada una de las materias primas.	Niveles de seguridad de acuerdo con tiempo de entrega	Cuantitativa Dependiente	Punto de reabastecimiento o inventario mínimo	Inventario mínimo en kg debido a un tiempo de entrega		Inventario disponible por arriba del stock de seguridad
Evaluar los beneficios del sistema de inventarios, utilizando la herramienta MRP para la planificación de materiales.	Cantidad de ordenes enviadas a producción.	Cuantitativa Independiente	Mejoras en el sistema de abastecimiento de materias primas	Ordenes de producción y utilización de capacidad instalada de planta		% de entregas en tiempo a bodega
						Cantidad de órdenes con 100% de materias primas.
						% de índice de productividad

Fuente: elaboración propia.

9.6. Población y muestra

La población se tomará seleccionando un punto de partida en el mes que se iniciará el trabajo de campo la población es el total de las materias primas actuales que son exactamente 1000 diferentes materias primas.

Se utilizarán los datos del plan de producción para determinar el movimiento de materia prima en el área de sólidos ya que es en el área en donde se fabrica la mayor cantidad de productos. Como muestra se contempla todas las materias primas que se tienen almacenadas en la bodega, por ser una cantidad no mayor de 1,000 materias primas.

9.7. Fases de la metodología

El procedimiento de la investigación se divide en 4 fases:

- Fase 1: revisión documental de los procesos actuales para el manejo de inventarios de materias primas e identificar los procesos que se vean afectados en la cadena de suministros para el aprovisionamiento óptimo de las materias primas.
 - Se desarrollará un marco teórico estructurado y haber definido el alcance de la investigación.
 - Consultas bibliográficas a libros, tesis, ensayos, publicaciones, sobre el manejo de requerimiento de materiales y sus sistemas de abasto.

- Se realizará visitas a las áreas de planificación y bodega para poder observar e identificar los problemas actuales en dichas áreas. Supervisar procesos de cada uno de la cadena de abastecimiento.
- Se realizarán pautas de preguntas con el personal que están ligados directamente en el proceso de abasto de la empresa para conocer sus impresiones de los problemas sobre el manejo de inventarios de materia prima.
- Verificar diagramas de procesos de las áreas involucradas en el proceso de abastecimiento.

Con esta fase se pretende cumplir con el primer objetivo, el cual es: diagnosticar las deficiencias en el proceso actual de abastecimiento de materias primas (5 semanas).

- Fase 2: diagnóstico de la situación actual esto con el fin de identificar la metodología y los indicadores de cobertura de inventarios.
 - Se determinará la capacidad instalada de la planta para cuantificar las órdenes que se pueden trasladar a producción.
 - Se analizarán los procedimientos para el manejo de insumos y materiales.
 - Identificar las debilidades de las listas de materiales. Esto se realizará con la ayuda del personal de la empresa, será el jefe de producción quien brinda su exposición sobre los problemas que afronta la planta.
 - Se analizarán las causas del vencimiento de las materias primas en almacén.

- Se determinará la forma de evaluar los inventarios.
- Se utilizarán diferentes métodos de pronósticos para conocer la demanda de insumos y materia prima.

Con esta fase se pretende cumplir con el segundo objetivo, el cual es: desarrollar la metodología y los indicadores de coberturas para el sistema de inventarios utilizando la herramienta de MRP tomando en cuenta las áreas involucradas en el proceso (4 semanas).

- Fase 3: determinación de los puntos de reorden y niveles de seguridad a través de la gestión de inventarios.
 - Diseño de procesos logísticos especializados como la planeación de la demanda como la base del proceso de planificación de inventarios.
 - Diseño del procedimiento para el cálculo del *stock* de seguridad
 - Diseño para el cálculo de cobertura.
 - Diseño para el cálculo del *stock* máximo
 - Diseño para el cálculo del *stock* mínimo
 - Diseño de indicador para pronosticar el incremento de órdenes de producción al momento de llevar a cabo el proyecto de puntos de control de inventario de materias primas

Con esta fase se pretende determinar cumplir con el tercer objetivo el cual es: determinar los puntos de reorden o *stock* de seguridad para cada una de las materias primas (4 semanas).

- Fase 4: evaluación de la propuesta de mejora en el sistema de inventarios y análisis de beneficios.

Se elaborará el modelo de abastecimiento utilizando la herramienta MRP como parte de la planificación de materiales, se obtendrán los nuevos tiempos de abastecimiento y eficiencia en el proceso productivo, con esto se analizarán los beneficios y ventajas con el nuevo modelo de aprovisionamiento (4 semanas).

9.8. Resultados esperados

Dentro de los resultados esperados esta reducir el porcentaje de materias primas vencidas en el almacén de tal manera que no influya en la parte financiera de la empresa y permita ahorrar costos de almacenaje.

Se espera desarrollar la metodología y los indicadores de coberturas para el sistema de inventarios con la herramienta MRP y analizar el impacto en el proceso de la cadena de suministros.

También se espera como resultado determinar los puntos de reorden y niveles de seguridad para cada una de las materias primas para tener controles de inventarios mínimos y máximos.

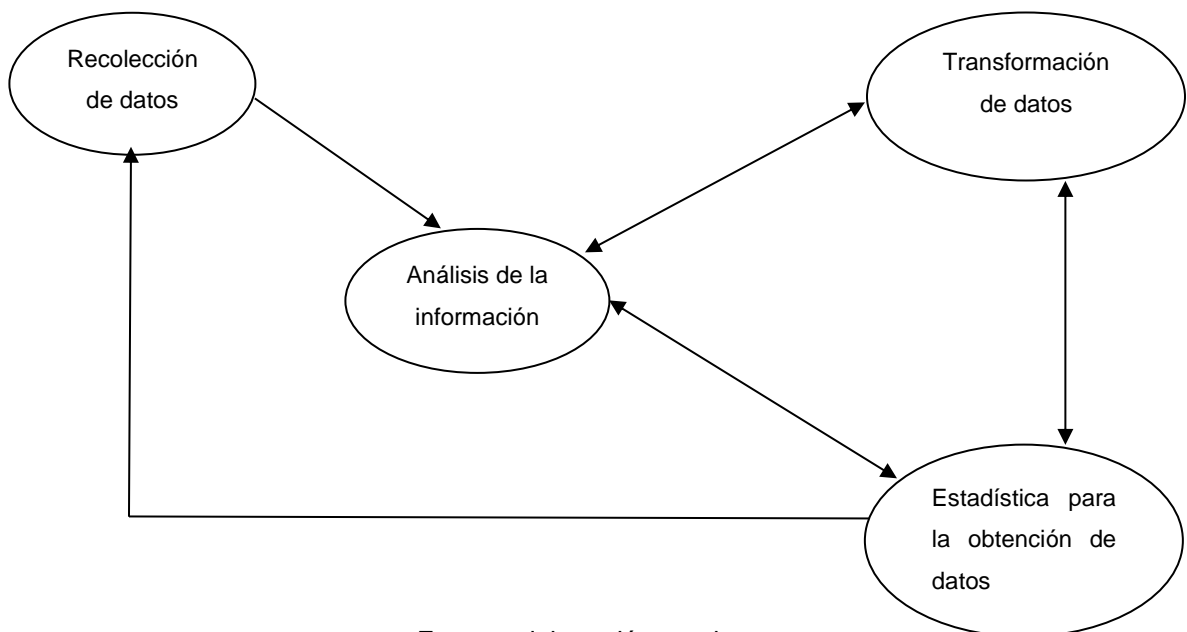
Al final se espera obtener los beneficios y ventajas de modelo de abastecimiento por medio del sistema de inventarios aplicando la herramienta MRP en la elaboración de productos farmacéuticos.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Técnicas de análisis de la información

A continuación, se describen las técnicas que se utilizarán para el análisis de la información.

Figura 4. **Procedimientos de análisis de la información**



Fuente: elaboración propia.

- Recolección de datos
 - Entrevistas a expertos: para determinar la situación actual en el manejo de inventarios, requerimiento de compras, se realizaran entrevistas no estructuradas con el jefe de planeación de materiales,

para conocer el proceso de abastecimiento de materia primas, así como entrevistas no estructuradas con los jefes del Departamento de Bodega y Producción para conocer los problemas que afrontan, al no tener un sistema de control del abastecimiento de insumos, así como la pérdida de materia prima por no llevar un control de la fecha de caducidad.

- Investigación de campo: se realizarán observaciones del proceso de compras de materia primas, aquí se ingresará a bodega a evaluar dicho proceso tomando como muestra ingresos de una semana. Se verificará la forma de envío por parte de los proveedores, de igual forma se observará la forma de almacenaje y distribución a la línea producción en la planta.
- Análisis de información

En la fase de investigación teórica será necesaria una exhaustiva investigación de la bibliografía, deberán ser consultadas fuentes secundarias. El fin será el de recopilar la mayor información posible que le permita al investigador fundamentar su estudio de investigación y complementar su propia experiencia. Serán consultadas fuentes bibliográficas digitales y físicas que incluyen tesis, libros, revistas, páginas web, entre otras.

Las técnicas empleadas que permitirán esto serán la lectura, el subrayado, las notas al margen y los resúmenes. Los instrumentos por utilizar serán fichas de trabajo de cita textual, de resumen, de traducción y de información electrónica.

La observación directa será fundamental para comprender el fenómeno del estudio y cómo se comporta, además permitirá identificar las características de este.

- Análisis estadístico para la obtención de datos.

A continuación, se detalla la manera como se pretende obtener el análisis estadístico para la obtención de datos. De acuerdo con observaciones e ingresos de materias primas en almacén que serán tomadas por mayor volumen y costo.

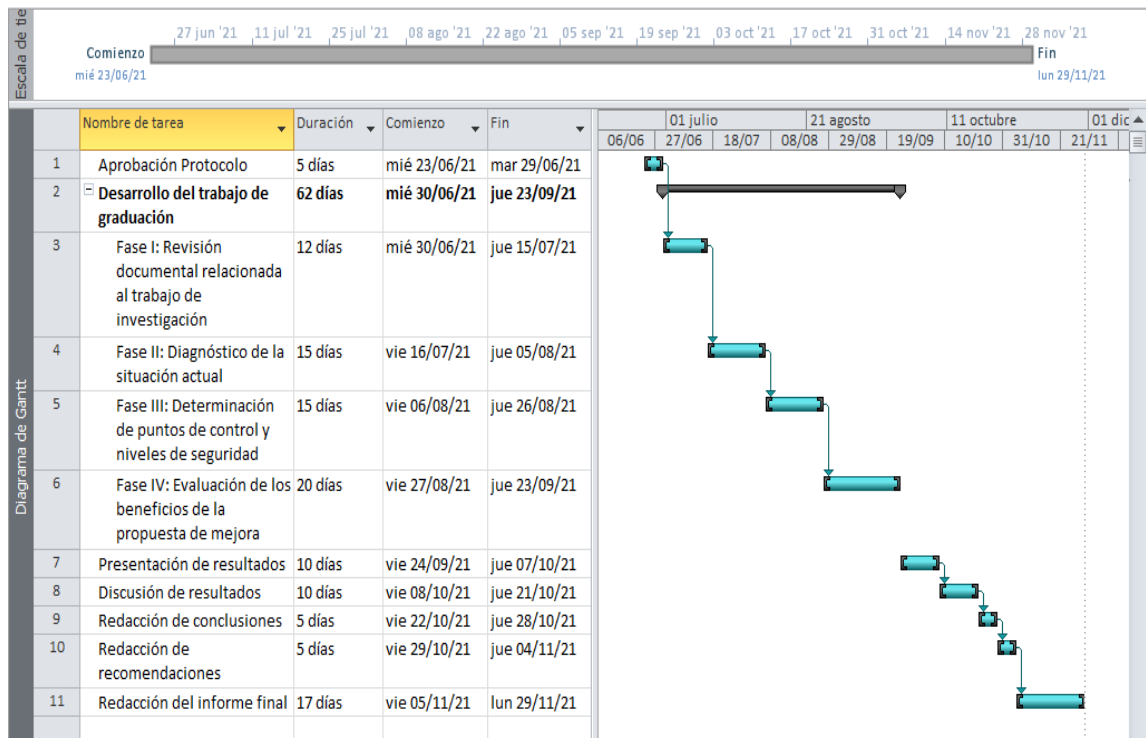
- Transformación de datos

La transformación de datos obtenidos por medio del análisis estadístico para la recolección de datos, que se transformaran en graficas detalladas, así como, tablas estructuradas que facilitaran la comprensión y el análisis de esta. Dichas gráficas y tablas ilustraran las relaciones que existen entre varios procesos y las etapas en el que el investigador desarrollará el trabajo.

Se transformarán los datos en gráficos y diagramas que ayuden a proporcionar un detalle visual de los análisis para identificar variaciones respecto a los valores esperados en el diseño del modelo. Adicional indicará el comportamiento de las variables y con esto discutir los resultados con los gerentes de cada una de las áreas involucradas.

11. CRONOGRAMA

Figura 5. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Se establece en esta sección la factibilidad de la investigación acorde a los recursos necesitados.

- Recursos humanos

Debido a que se cuenta con el apoyo de la empresa para llevar a cabo el proyecto, esta prestará sus instalaciones, equipo de oficina, personal necesario y acceso a la información para su realización. De esta manera los gastos serán cubiertos por el investigador. El recurso humano que se asignará será el personal de cada área cuando esta fuera necesaria de parte del investigador, ya sea del área de bodega de materias primas, como del área de planificación.

Para realizar este trabajo se utilizarán los siguientes recursos:

Tabla IV. **Recursos humanos**

RECURSOS HUMANOS
Investigador
Asesor y revisor de la investigación a realizar
Personal de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Recursos materiales**

RECURSOS MATERIALES
Computadora personal de 250 GB, Intel Core i5 de 3ra generación de 1.70 Ghz, 6 Gb DDR3 de memoria RAM. Pantalla de 17", un puerto USB 2.0 y dos puertos USB 3.0, HD-DVD-ROM. Windows 8 y paquete de Office 2013
Impresora multifuncional a color Canon Epson mP-1200
Bolígrafo, Calculadora
Materiales y útiles de oficina
Cámara fotográfica de 13.1 MP o superior

Fuente: elaboración propia.

El recurso financiero necesario para la investigación será aportado al 100 % por el investigador. En la tabla V se encuentran los gastos relacionados con la investigación:

Tabla VI. **Recursos financieros**

No	Descripción	Monto	Porcentaje
1	Materiales, insumos	Q6,000.00	55 %
2	Asesor	Q2,500.00	23 %
3	Otros (papel, impresiones)	Q1,200.00	11 %
4	Depreciación de equipo de cómputo	Q1,000.00	9 %
5	Transporte	Q300.00	2 %
		Q11,000.00	100 %

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Alvares, F. (2009). *Un modelo de planificación de la producción en una fábrica de calzados*. (tesis de maestría). Universidad de Concepción, Chile. Recuperado de http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/772/1/Tesis_Un_Modelo_de_Planificacion_en_una_Fabrica_de_Calzado.Image.Marke d.pdf
2. Arango, C. (2009). *Desarrollo e implementación de una propuesta metodológica para determinar el modelo de inventarios para productos terminados en las empresas que fabrican elementos de fijación en Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70183/71746077.20091.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Barrascout, D. (2005). *Administración de la cadena de abastecimiento interna en una compañía transnacional dedicada a la fabricación y comercialización de cereales listos para consumir*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
4. Burdiige, LL. (2010). *Planificación de la Producción*. (Tomo 4). España: Ediciones Deusto S.A.

5. Calderón, E. (2005). *Administración de inventarios y su resultado en las utilidades y el financiamiento, en una empresa mezcladora de fertilizantes durante los años 2002-2003*. (Tesis maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
6. Castañeda, S. (2020). *Modelo de planificación para el requerimiento de materiales en la fabricación de tapadera para envases de linaza, utilizando la herramienta MRP I en una empresa manufacturera de plásticos*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
7. Castellanos, A. L. (2012). *Diseño de un sistema logístico de planificación de inventarios para aprovisionamiento en empresas de distribución del sector de productos de consumo masivo*. (Tesis de maestría). Universidad Francisco Gavidia. El Salvador. Recuperado de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/510/1/Tesis%20completa.pdf>
8. Castillo, D. (2020). *Propuesta de mejora mediante el plan de requerimiento de materiales (MRP) para reducir los costos operacionales en una empresa de calzado*. (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24287/Castillo%20Diaz%20Deyvis%20Richard-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

10. Chase, R., Jacobs, F., y Aquilano, N.J. (2009). *Administración de Operaciones y Cadena de Suministros*. México: Editorial McGraw-Hill.
11. García, L. (2002). *Implementación de un sistema bajo la filosofía MRP II, para el abastecimiento de repuestos en la industria*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
12. Garzón, F. (2018). *Del MRP a la metodología demand drive, un recorrido por la evolución en la planeación corporativa*. (Tesis de licenciatura). Universidad Militar Nueva Granada. España.
13. González, M. (2010). *Gestión de la producción. Cómo planificar y controlar la producción industrial* (2ª. edición). España: Ideas propias Editorial, Vigo.
14. Guerra, W. (2010). *Diseño de un sistema de costo estándar en una empresa farmacéutica que se dedica a la elaboración de productos contra la diabetes*. (Tesis de licenciatura). Universidad Panamericana. Guatemala.
15. Gutiérrez, M. (2009). *Rediseño de Procesos del Sistema de Planificación y Control de la Producción de la Industria de Ingeniería-bajo-pedido Basado en las Tecnologías de Información*. (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de http://oa.upm.es/4500/1/MIGUEL_GUTIERREZ_FERNANDEZ.pdf

16. Heizar, J. y Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. (5ª edición). México: Editorial Prentice Hall.
17. Hernández, M. (2004). *Diseño de una Metodología para la Planeación y Producción de Programación de Café Tostado y Molido*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7092/tesis175.pdf?sequence=1>
18. Holguin, D. (2020). *Diseño de herramienta basada en un modelo MRP para la ayuda en la toma de decisiones en la gestión de inventarios de una empresa de productos naturales para el cuidado personal*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/53162>
19. Krakewski Lee, J. (2000). *Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis*, (5ª. edición). México: Alhambra Mexicana, S.A.
20. Miranda, L. (2004). *Desarrollo de un método para programar la producción en una industria manufacturera de velas aromáticas, basado en mrp ii*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
21. Mora, L. (2008). *Indicadores de la Gestión Logística*, (2ª. edición). Colombia: ECOE Ediciones. Recuperado de https://books.google.com.gt/books/about/Indicadores_de_la_gesti

%C3%B3n_log%C3%ADstica.html?id=ltzDDQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

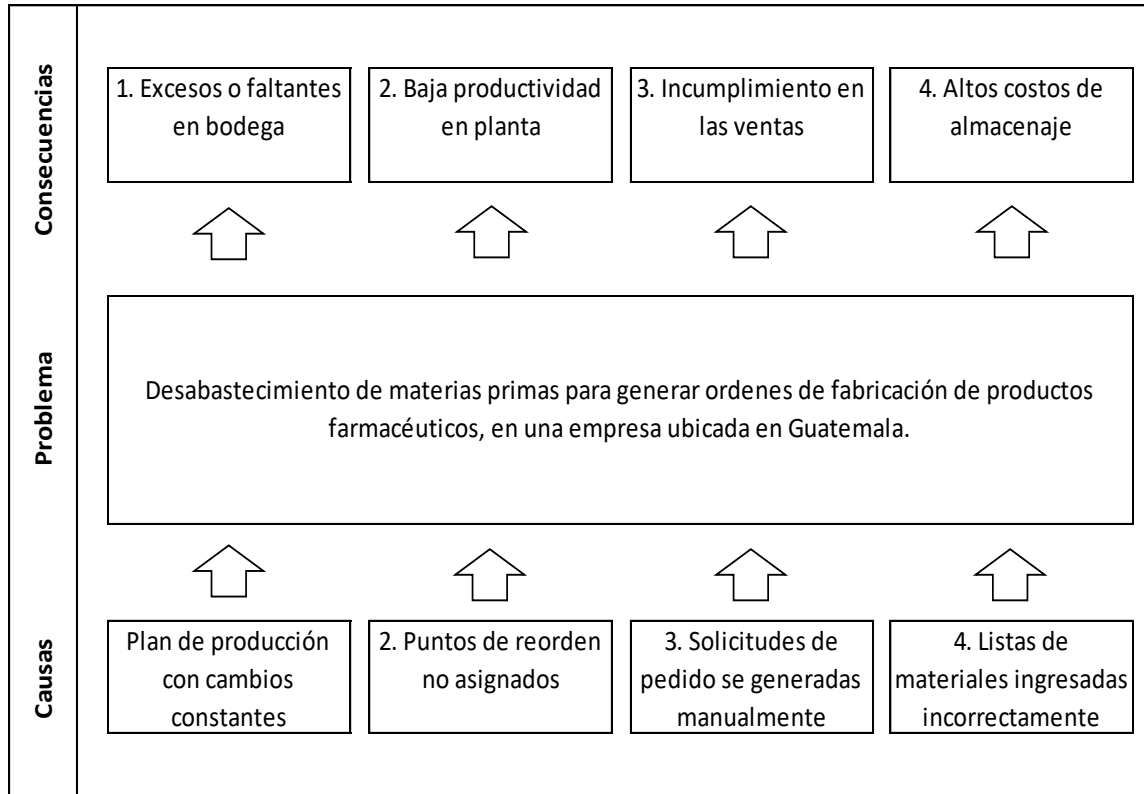
22. Mora, L. (2011). *Gestión Logística en Centros de Distribución, Bodegas y Almacenes*. (1ª. edición). Colombia: ECOE Ediciones. Recuperado de https://books.google.com.gt/books/about/Gesti%C3%B3n_log%C3%ADstica_en_centros_de_distri.html?id=hXs5DwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
23. Ordinola, A. (2008). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de planeamiento y control de operaciones de una empresa del sector pecuario*. (Tesis de licenciatura) Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/300/ORDINOLA_ANA_AN%c3%81LISIS_DIAGN%c3%93STICO_Y_PROPUUESTA_DE_MEJORA_DEL_SISTEMA_DE_PLANEAMIENTO_Y_CONTROL_DE_OPERACIONES_DE_UNA_EMPRESA_DEL_SECTOR_PECUARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Palacios, J. (1998). *Implementación y aplicación del método para la planificación de los requerimientos de materiales [M.R.P.] en el sistema de control de manufactura, contabilidad y producción [MAPICS/DB] en la división al cuidado del consumidor (Consumer care) de Bayer de Guatemala, S.A.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

25. Peña, A. (2018). *Propuesta de mejoramiento para el aprovisionamiento, planeación y ejecución de la producción por medio del sistema MRP en la empresa BUIPLAST SAS*. (Tesis de licenciatura). Universidad Agustiniiana. Colombia. Recuperado de <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/717/PenaHenao-AlixAndrea-2-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Pérez, Coral (2015). *Planificación de requerimientos de materiales (Gestión de la producción 2)*. Instituto Tecnológico de Cerro Azul. México: Recuperado de <https://es.slideshare.net/coralyazmincalderonp/unidad-1-planificacin-de-requerimientos-materiales-gestin-de-la-produccion-2>
27. Pocop, J. (2010). *Planificación Agregada de la Producción para una Empresa Productora de Artículos Plásticos y de Celulosa*. (Tesis de Administración de Empresas). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
28. Rado, M. (2020). *Propuesta de implementación de un MRP y un sistema de gestión de inventarios para la reducción de los costos operativos de una curtiembre*. (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte. Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/24144>
29. Ramos, A. (2007). *Mejora de la eficiencia en el suministro de materiales para viviendas prefabricadas mediante la utilización del sistema mrp*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

30. Rodríguez, B. (2013). *Administración, planificación y control de inventarios de materias primas en industria manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
31. Suhr, H. (2014). *Propuesta e implementación de pronósticos, gestión de inventarios y almacenes, en una empresa de fabricación y distribución de productos auxiliares de la industria textil*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
32. Vásquez, A. (2014) *Consignas de escritura, estrategias de lectura y escritura y calidad de los textos elaborados por estudiantes universitarios*. (Tesis de doctorado). Universidad de Barcelona. España. Recuperado de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/383518/AVA_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Formulación del problema	Objetivo	Variables	Indicadores	Técnicas o instrumentos	Metodología
¿Cuáles son los procesos actuales de abastecimiento de materias primas?	Diagnosticar los procesos actuales de abastecimiento de materias primas	RIA- Reporte de ingresos a almacén	% de entregas a destiempo (RIA/RO) *100	Se realizarán entrevistas y encuestas para recopilación de información de los colaboradores de la empresa. el análisis de la información y la recopilación de datos históricos estableciendo el estado y situación actual de la empresa	La metodología por emplear es una investigación teórica y de campo utilizando distintas herramientas investigativas para determinar resolución del problema integrando a los colaboradores de la empresa dentro del análisis.
¿Qué metodología e indicadores de cobertura de inventarios se pueden desarrollar en los procesos involucrados utilizando como herramienta MRP?	Desarrollar la metodología y los indicadores de coberturas para el sistema de inventarios utilizando la herramienta de MRP tomando en cuenta las áreas involucradas en el proceso.	RI- Reporte de indicadores de coberturas	% de coberturas de inventario disponible (RI/RO) * 100		
¿Cuáles son los puntos de reorden o niveles de seguridad en cada	Determinar los puntos de reorden o stock de seguridad para cada una de las materias primas.	RL- Reportes de cobertura de acuerdo con lead time	Inventario disponible por arriba del stock de seguridad (RL/RO) * 100		
¿Qué beneficios se pueden obtener con un sistema de inventarios basados en la herramienta MRP?	Evaluar los beneficios del sistema de inventarios, utilizando la herramienta MRP para la planificación de materiales.	RO- Reporte de ordenes enviadas a producción	Cantidad de órdenes con 100% de materias primas. (RI/RO) *100		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Guía del diagnóstico**



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

F-001

Formulario de Guía del Diagnóstico

<i>Información</i>	<i>Diagnostico</i>	<i>Departamento Encargado</i>	<i>Observación</i>	<i>Fecha</i>
Tiempo de entrega de proveedores	6 días <input type="checkbox"/>			
	3 días <input type="checkbox"/>			
Se conoce capacidad de almacén en el área de compras	SI <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
Tiempo de control de calidad en liberar	7 días <input type="checkbox"/>			
	5 días <input type="checkbox"/>			
Existencia de reportes de inventarios en destrucción	SI <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
Ordenes de producción sin ejecución	<10 <input type="checkbox"/>			
	>10 <input type="checkbox"/>			
Lead time de las materias primas	3 meses <input type="checkbox"/>			
	6 meses <input type="checkbox"/>			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Encuesta para los colaboradores**

EN-0001



ESCUELA DE ESTUDIOS DE _____
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Fecha: _____
Boleta No. _____

ENCUESTA A CADENA DE ABASTECIMIENTO

Instrucciones: La siguiente encuesta tiene como objetivo obtener información general del proceso de abastecimiento de materias primas. La información recopilada será confidencial y de carácter académico.

Preguntas

Instrucciones: A continuación, encontrará una serie de preguntas las cuales deberá de contestar lo más honesto posible:

1. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la compañía?

- a) de 1 a 3 b) 4 a 6 c) 6 a 8

2. ¿A qué área pertenece?

- a) Compras b) Planificación c) Almacén

3. ¿Cuál considera que es el mayor problema que hay en el abastecimiento de materias primas?

- a) Desabastecimiento mundial b) Alto costo c) Sobreestock

Continuación de apéndice 4.

4. ¿Cree que es necesario implementar un nuevo sistema para control de inventarios y planificación de puntos de reorden?

a) Si b) No

5. ¿Ha escuchado el termino MRP?

a) Si b) No

6. ¿Qué beneficios se podrían percibir al momento de diseñar un modelo basado en la herramienta de MRP?

a) Buena rotación de inventario b) Mejora en almacenamiento c) Mejora en producción

7. ¿Considera que la utilización de sistema MRP ayudara a evitar faltantes o excesos de materias primas en almacén?

a) Si b) No

¡GRACIAS POR SU APOYO!

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Plan de producción**



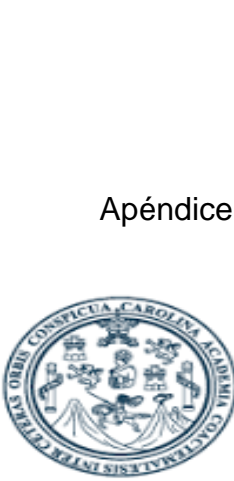
ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Fecha:

Responsable:

Materia prima	Nombre de la materia prima	Inventario Inicial	Plan maestro de demanda	Fecha de toma de inventarios finales	Inventarios finales	Plan maestro de producción
Unidades	MP1	Unidades	Unidades	Fecha 2	Unidades	Unidades

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 6. **Materias primas vencidas y destruidas por mes**

ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Fecha:

Responsable:

	Consumos por Mes (kg)						
<i>Estatus</i>	<i>Mes 1</i>	<i>Mes 2</i>	<i>Mes 3</i>	<i>Mes 4</i>	<i>Mes 5</i>		
Vencimiento							
Destrucciones							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Análisis de coberturas de materias primas**



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Fecha:

Responsable:

Cobertura	Nombre MP1	Nombre MP2	Nombre MP3	Nombre MP4	Nombre MP5
Buena Cobertura (70% - 100%)					
Baja Cobertura (40% - 69%)					
Sin Cobertura (0% - 39%)					

* Cobertura para 3 meses

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Días promedio para la liberación de materia prima**



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Fecha:

Responsable:

<i>Ingresos</i>	<i>Fecha de Ingreso</i>	<i>Fecha de Liberación</i>	<i>Días para liberar</i>
Nombre MP1			
Nombre MP2			
Nombre MP3			

*** Tiempo estimado de liberación de la materia prima 8 días hábiles**

Fuente: elaboración propia.