

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN EMPRESARIAL



“Optimización de procesos en la unidad de bodega del
Departamento de Abastecimiento del Hospital Clínico Herminda
Martin de Chillán”.

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO COMERCIAL

Palma Figueroa, Iván Andrés; De La Cuadra Talavera, Oscar Andrés

Profesor Guía: Sra. Macarena Gallardo Gómez.

2012

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN EMPRESARIAL



“Optimización de procesos en la unidad de bodega del
Departamento de Abastecimiento del Hospital Clínico Herminda
Martin de Chillán”.

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO COMERCIAL

Palma Figueroa, Iván Andrés; De La Cuadra Talavera, Oscar Andrés

Profesor Guía: Sra. Macarena Gallardo Gómez.

2012



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESCUELA INGENIERÍA COMERCIAL

Chillán, Marzo 22 de 2013.

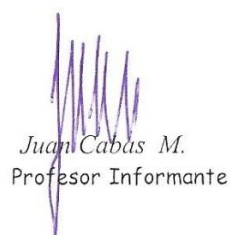
Informe: Memoria de Título

En relación a la evaluación de la Memoria para optar al Título de Ingeniero Comercial, denominada "OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA UNIDAD DE BODEGA DEL DEPARTAMENTO DE ABASTECIMIENTO DEL HOSPITAL CLINICO HERMINDA MARTIN DE CHILLAN", de los alumnos Oscar De La Cuadra Talavera y Iván Palma Figueroa.

Teniendo en cuenta las exigencias de la Carrera de Ingeniería Comercial y en especial las referidas a la actividad de titulación, la comisión de examinación califica el presente informe con 5,1 puntos (escala de 1 a 7).

Atentamente,


Macarena Gallardo G.
Profesor Guía


Juan Cabas M.
Profesor Informante



CC. - Director de Escuela Ingeniería Comercial

- Alumnos(as)
- Archivo

A Nuestras Familias

A Nicole

Índice General

AGRADECIMIENTOS	
INTRODUCCION	PÁG 8, 9 Y 10
ANTECEDENTES GENERALES	PÁG 11 Y 12
1.0. CAPITULO I: DIAGNOSTICO SISTEMAS DE OPERACIONES E INVENTARIO	
1.1. ORGANIGRAMA DEL ESTABLECIMIENTO Y SECCIÓN ABASTECIMIENTO	PÁG 13
1.2. DEFINICIÓN DIAGRAMAS DE FLUJO	PÁG 14 Y 15
1.3. IDENTIFICACION DE PROCESOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO	PÁG 16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28 Y 29
1.4. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	PÁG 30 Y 31
2.0. CAPITULO II: MODELO GENERAL DE INVENTARIO	
2.1. MODELOS CLASICOS	PÁG 32 Y 33
2.2. MODELO “EOQ” CLASICO.....	PÁG 34,35, 36 Y 37
2.3. MODELO “EOQ” PROBABILIZADO.	PÁG 37 Y 38
2.4. MODELO APROPIADO.....	PÁG 38
3.0. CAPITULO III: MODELO “EOQ” PROBABILIZADO APLICADO AL HOSPITAL.	
3.1. MODELO “EOQ” APLICADO.....	PÁG 39
3.2. INSTRUCTIVO MODELO	PÁG 40, 41, 42, 43 Y 44
3.3. EJEMPLOS DEL MODELO EOQ	PÁG 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 Y 53
RECOMENDACIONES	PÁG 54
CONCLUSIONES.....	PÁG 55 Y 56
BIBLIOGRAFIA.....	PÁG 57 Y 58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro nº 1: Resultados	pág. 40
Cuadro nº 2: Ingreso de datos y resultados	pág. 41
Cuadro nº 3: Datos variables	pág. 42
Cuadro nº 4: Resultado final Excel	pág. 43
Cuadro nº 5: Resultado ejemplo 1 Excel	pág. 45
Cuadro nº 6: Demanda mensual Ácido Acetilsalicílico	pág. 46
Cuadro nº 7: Resultado ejemplo 2 Excel	pág. 47
Cuadro nº 8: Demanda mensual Rocatrol	pág. 48
Cuadro nº 9: Resultado ejemplo 3 Excel	pág. 49
Cuadro nº 10: Demanda mensual Midazolam	pág. 50
Cuadro nº 11: Resultado ejemplo 4 Excel	pág. 51
Cuadro nº 12: Demanda mensual Glucosa Anhidrida	pág. 52
Cuadro nº 13: Resultado ejemplo 5 Excel	pág. 53

Índice de figuras

Figura N° 1: Recepción de mercaderías (1)	pág. 19
Figura N° 2: Recepción de mercaderías (2)	pág. 20
Figura N° 3: Recepción de mercaderías (3)	pág. 21
Figura N° 4: Reposición estaciones Pyxis (1)	pág. 25
Figura N° 5: Reposición estaciones Pyxis (2)	pág. 26
Figura N° 6: Reposición estaciones Pyxis (3)	pág. 27
Figura N° 7: Proceso de pedido mensual y semanal (1)	pág. 29

Introducción

La presente memoria de título hace referencia a los continuos problemas que ha tenido el Hospital Herminda Martín de Chillán en su sección de abastecimiento, específicamente en su bodega. Para lo cual se busca optimizar los procesos existentes en esta unidad. Para ello se realizará un diagnóstico interno, el cual entregará un sistema de inventario que viene a solucionar una gran problemática como lo es, “El Riesgo al que están expuestos los pacientes, de no recibir los insumos en los tiempos y plazos necesarios para la salud”.

En lo que refiere a trabajos similares:

-Naranjo de Lucca, María Luisa. Manejo de Inventarios en una Cadena de Supermercado. Año 2000. Universidad de Chile.

En este trabajo se diseña un sistema de manejo de inventarios para el centro de distribución que sea confiable y fácil de usar y permita aumentar el valor de la empresa mejorando la eficiencia de recursos disponibles y evitar un sobre stock que genere un aumento de costos, conservando el nivel de servicio.

-Collao Vilches, Carlos Alfredo. Sistema de Soporte para Control de Inventarios Mediante RFID. 2008. Universidad de Chile

Esta memoria se basa en el desarrollo de un sistema de control de circulación de volúmenes dentro de la biblioteca de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

La metodología aplicada por los autores anteriormente, muestra la importancia y la utilidad que tienen los modelos de inventarios cuando son bien aplicados.

Modelos de inventarios a otros hospitales y la misma sección, no existen en el presente estudio, por lo cual el modelo es pionero en su aplicación.

INTRODUCCIÓN

La característica principal de los Modelos de inventarios es ver los lotes de pedido y niveles de reserva que debe tener un inventario. En este punto es importante mencionar además, que de acuerdo al tipo de demanda es posible apreciar dos tipos de Modelos, los cuales para efectos de la presente memoria se diferenciarán de acuerdo a la clasificación dada por Taha Hamdy, siendo estos: Modelo Determinístico y Modelo Probabilístico.

Para analizar esta temática, es necesario conocer algunas causas que motivaron su creación, dentro de las cuales podemos mencionar la dificultad de hacer lotes de pedidos, manejando un inventario óptimo, por lo que se hacía necesario encontrar un Modelo que aporte estos beneficios.

Para el desarrollo de esta memoria se utilizaron métodos de investigación tanto cualitativos como cuantitativos, con el objeto de presentar de manera más práctica los conceptos a revisar de sistemas de inventarios, junto con esto, fue necesario realizar un análisis bibliográfico de las distintas teorías existentes sobre el tema, y de esta manera profundizar en materia de Operaciones y particularmente en los diferentes tipos de Modelos.

De este modo, el desarrollo de la memoria se estructurará de la siguiente manera:

En el capítulo I, “Diagnostico de sistemas de operaciones e inventarios”; se estipulan aquellos elementos esenciales para el desarrollo y comprensión de la presente memoria, dando a conocer los Procesos actuales de Bodega, a través de Diagramas de flujos. Además se darán Problemáticas, causas y efectos.

En el capítulo II, “Modelos de Inventario”; se explicará en qué consisten los Modelos Existentes, explicando sus metodologías de cálculo y los supuestos básicos que deben cumplirse para su utilización.

En el capítulo III, “Modelo EOQ Probabilizado aplicado al hospital”; se procederá a explicar los complementos de Excel que se van a utilizar para los distintos cálculos, dependiendo del método de cálculo a aplicar. A continuación, para la realización de los cálculos del Modelo, se hace necesario realizar un Cuadro de resultado hecho en Excel, el cual se aplicará a los productos de la Bodega del hospital, que serán fármacos.

INTRODUCCIÓN

Para la mejor comprensión del Modelo se aplicarán una serie de ejemplos que clarificará su ejecución.

ANTECEDENTES GENERALES

TÍTULO QUE IDENTIFICARÁ LA ACTIVIDAD DE TITULACIÓN

“Optimización de procesos en la unidad de bodega del Departamento de Abastecimiento del Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán”.

- **Objetivo General.**

Proponer un modelo que ayude a optimizar los procesos del área de Bodega del Departamento de Abastecimiento del Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán.

- **Objetivos Específicos**

1. Identificar procesos operacionales en la unidad de abastecimiento, ya sean sistemas o modelos utilizados.
2. Analizar modelos probabilísticos y determinísticos, ya sean acordes o no para bodega y operaciones, ver sus efectos y beneficios para las operaciones de inventarios en la unidad de abastecimiento.
3. Identificar un modelo que ayude a obtener lotes de pedido óptimos para mejorar los procesos y reducir los costos de almacenamiento de la unidad de bodega.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO

El Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán en el último tiempo ha visto ciertos problemas en el área de abastecimiento. Los procesos actuales están produciendo sobre-stock en las bodegas, cuestión que trae consigo problemas tales como caducidad de los productos en bodega, costos más altos de almacenamiento, mermas y una serie de otros problemas administrativos, por lo cual este trabajo estudiará y propondrá mejorar estos procesos en el área de bodega. Para lograr realizar esta optimización de procesos se analizará la situación actual de bodega, es decir, análisis del manual de procesos existente en la unidad, se realizará el respectivo diagnóstico en esta área, y con ello se buscará identificar un modelo que ayude a optimizar los procesos específicos que mejoren el departamento, para así proveer oportunamente bienes y servicios necesarios para el normal y correcto funcionamiento de este centro de responsabilidad del establecimiento.

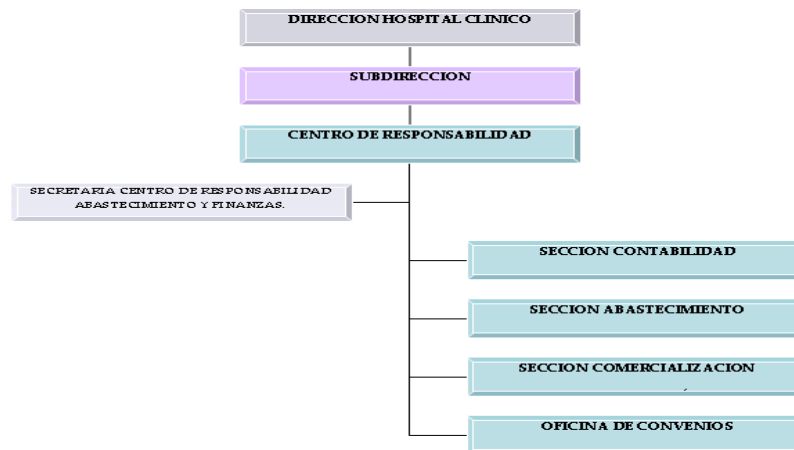
- 1.
- 2.

Capítulo I

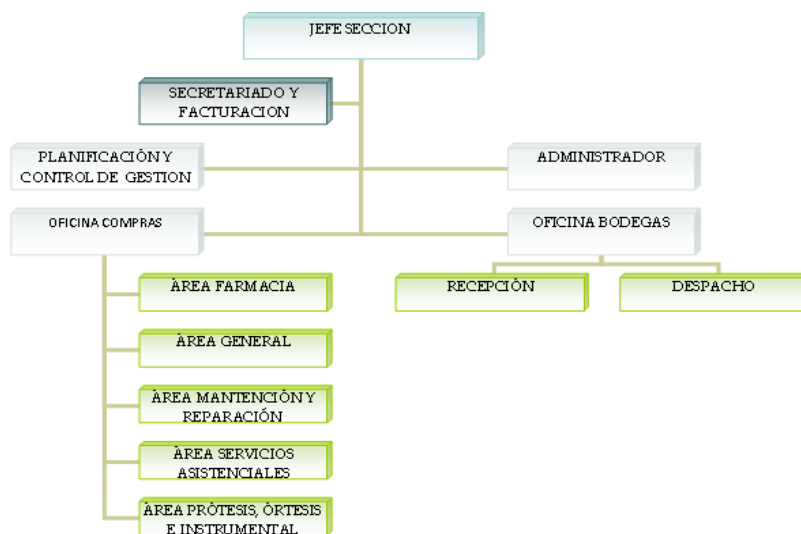
DIAGNÓSTICO SISTEMA DE OPERACIONES E INVENTARIO

Para iniciar esta memoria de título es necesario comenzar a contextualizar y ubicar el departamento que será motivo de estudio al interior del organigrama de la institución. Para ello se presentan las siguientes figuras que corresponden al organigrama de la institución y al organigrama de la unidad de abastecimiento respectivamente.

1.1 Organigrama Del Establecimiento.



1.1.2 Organigrama sección Abastecimiento.



Fuente: Manual de procedimiento, Sección abastecimiento, Hospital Herminda Martin Chillan.

1.2 Definiciones

1.2.1 Diagramas De Flujos.

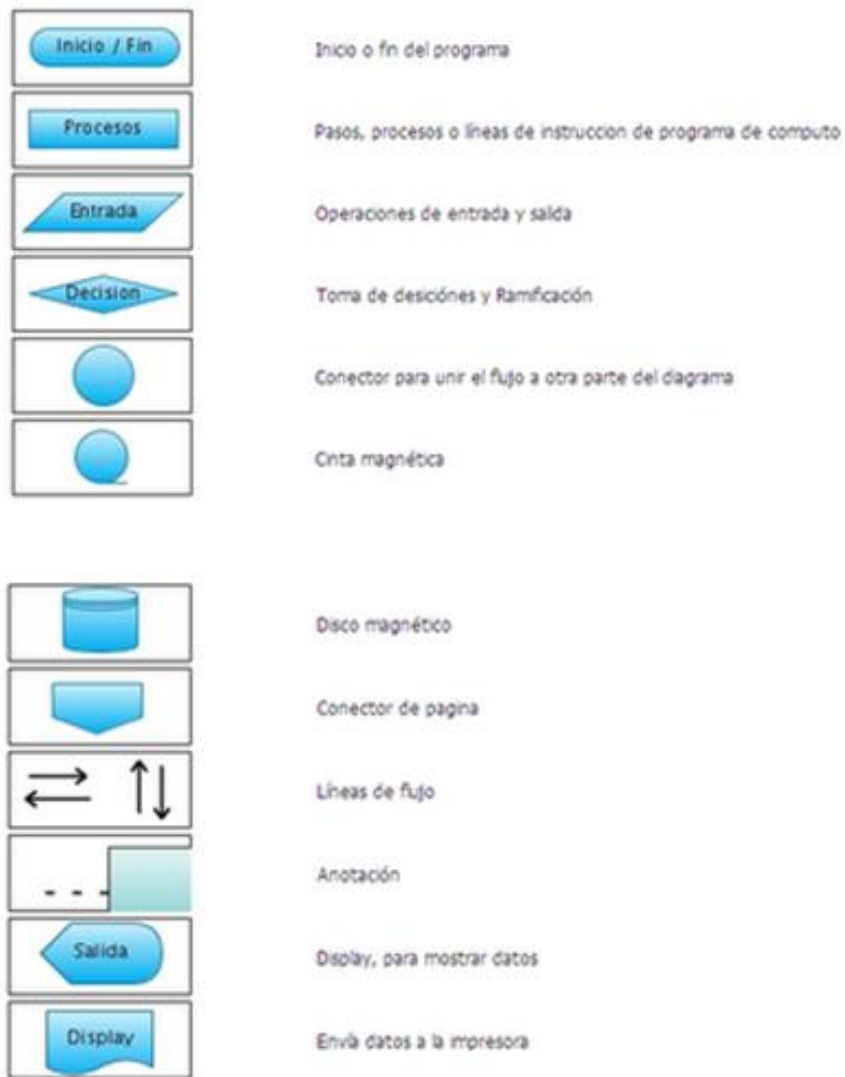
Un diagrama de flujo es un esquema para representar gráficamente un algoritmo. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas, es decir, es la representación gráfica de las distintas operaciones que se tienen que realizar para resolver un problema, con indicación expresa del orden lógico en que deben realizarse.

Los diagramas de flujo son importantes porque nos facilitan la manera de representar visualmente el flujo de datos por medio de un sistema de tratamiento de información.

1.2.2 Simbología

- **Óvalo:** Inicio y término (Abre y/o cierra el diagrama).
- **Rectángulo:** Actividad (Representa la ejecución de una o más actividades o procedimientos).
- **Rombo:** Decisión (Formula una pregunta o cuestión).
- **Círculo:** Conector (Representa el enlace de actividades con otra dentro de un procedimiento).
- **Triangulo boca abajo:** Archivo definitivo (Guarda un documento en forma permanente).
- **Triangulo boca arriba:** Archivo temporal (Proporciona un tiempo para el almacenamiento del documento)

CAPITULO I: DIAGNOSTICO SISTEMA DE OPERACIONES E INVENTARIO



Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

Para efectos de este estudio se utilizarán diagramas de flujos que contienen "calles verticales" que servirán para identificar las distintas unidades que intervienen en los procedimientos relacionados con la unidad de bodega. Cada una de estas calles tiene en la parte superior el nombre de la unidad o departamento que representa.

Dado que no todos los diagramas de flujo caben en una sola página y que hay procesos que deben volver a etapas anteriores, también se utilizaron "conectores de página" que tienen un color específico para que su continuación sea identificada en las páginas siguientes. Existen conectores que vuelven a páginas anteriores identificables por aparecer de forma "espontanea" sin una línea de flujo.

A continuación se realiza un análisis de los procedimientos realizados en la sección de bodega del hospital Herminda Martin de Chillán.

1.3 Procesos actuales de inventario.

1.3.1 Recepción de mercadería

➤ Descripción.

Toda adquisición de insumo nace de una necesidad previamente autorizada presupuestariamente, con la cual se compran los insumos y medicamentos solicitados, estos ingresan a oficina de bodegas para su recepción, almacenamiento y conservación.

Posteriormente, se hace entrega a las Bodegas Periféricas de acuerdo al calendario de pedidos establecidos.

➤ Recepción física.

El funcionario administrativo realiza la recepción de la cantidad de bultos despachadas por los diferentes proveedores, los cuales llegan a bodega con una papeleta de respaldo, la que se coteja con la cantidad de bultos recibidos. Esta papeleta se devuelve firmada al transportista con los datos personales de quien recibió, posteriormente se desembalan los bultos, revisando su estado de conservación y se efectúa el conteo de lo que viene detallado en la guía de despacho v/s lo que se recibió.

➤ Recepción por sistema.

Una vez verificado lo recibido físicamente, el funcionario administrativo debe hacer recepción por el sistema computacional ANITA en el módulo de abastecimiento para ingresar los productos a bodega con sus respectivas fechas de vencimiento y lote. El sistema aplica automáticamente almacenamiento del tipo FIFO. Al finalizar el ingreso de los productos al sistema se imprime el documento de recepción.

La recepción por sistema debe ser coincidente con lo solicitado en la Orden de Compra. Si hubiese alguna diferencia entre lo solicitado y lo recibido, debe verificarse la información con la unidad de compras, analizar la situación, y de acuerdo a ello puede concluirse que corresponde a:

.- Error de despacho del proveedor, por tanto corresponde la devolución del documento y producto.

- Ajustes por precio, factor o código

Este tema es muy relevante para bodega, debido a que la ejecución de ajustes a la órdenes de compra significa que cuando lo contenido en la guía de despacho o factura no es coincidente con la orden de compra emitida se debe hacer un ajuste por la diferencia en el stock.

Los ajustes más comunes son:

- Ajuste por factor de conversión, se realizó la Orden de Compra por un factor diferente al que utiliza bodega.
- Ajuste por código, la compra fue realizada con un código diferente al cual corresponde, puede ser insumos o medicamentos con el mismo nombre pero con diferentes usos por ejemplo: ampollas, comprimidos o supositorios.
- Ajuste por precio, este ocurre cuando el proveedor envía un precio diferente al que aparece en la orden de compra el cual puede ser mayor o menor.
- Ajuste porque la orden de compra tiene orden de salida inmediata a un centro de responsabilidad y cargada a contabilidad (stock bodega)

Si el problema se soluciona los documentos son devueltos a la unidad de recepción en donde sigue el conducto regular, es decir, se realiza la recepción por sistema y se envían los documentos a facturación.

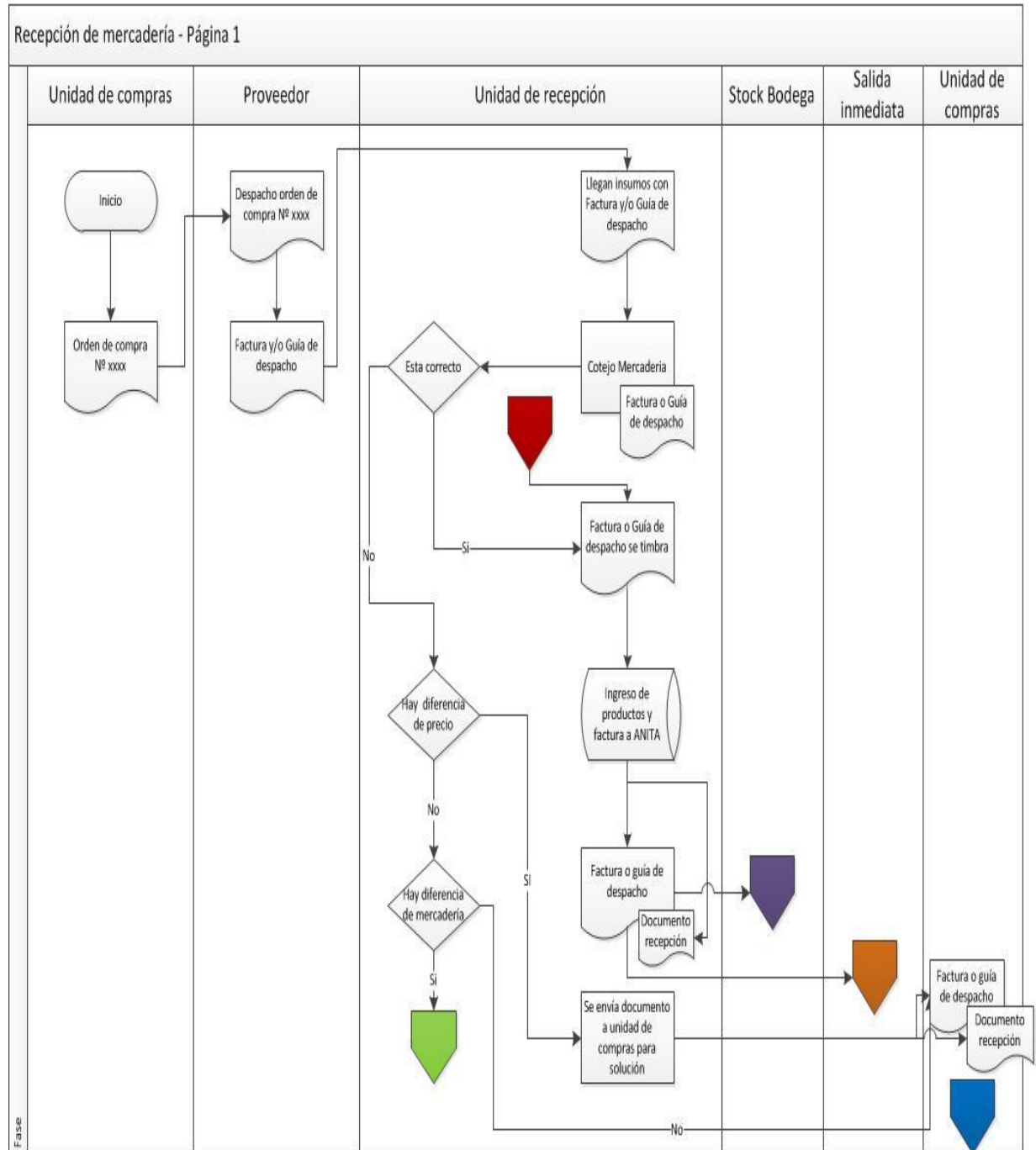
En este punto la mercadería puede tomar dos destinos:

- El primero, es a stock de bodega, en cuyo caso es el jefe de bodega quien firma la guía de despacho o factura una vez verificado que esté todo correcto, para luego ser enviados los documentos a facturación. Los productos son ubicados en bodega.
- La segunda opción es que el producto tenga una orden de entrega inmediata, en cuyo caso el jefe de bodega firma el documento de recepción y el producto se dirige inmediatamente hacia el servicio que lo requiere. Allí se firma la recepción y se deja una copia del documento de recepción. Se devuelve el documento de recepción a la unidad de recepción en donde se le adjunta la factura y se envía a facturación.

Se debe realizar el envío de la factura o guía de despacho con el documento de recepción generado en bodega a la unidad de facturación. para cumplir las instrucciones de no tener por más de 5 días hábiles las facturas sin tramitar en la sección.

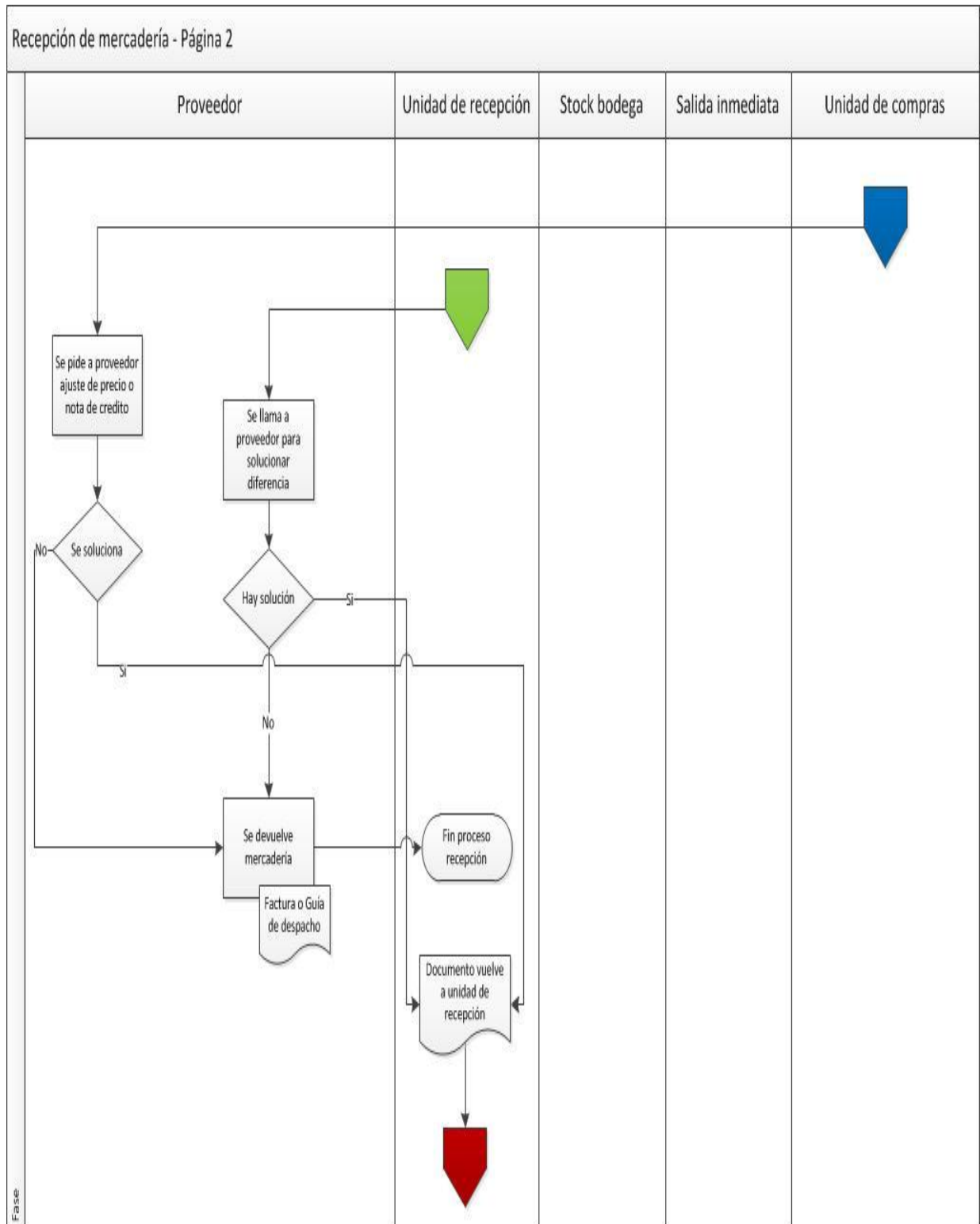
Todo lo que se describe anteriormente se resume en el siguiente diagrama de flujo (figura 1, 2 y 3).

Figura 1: Recepción de mercadería, (1)



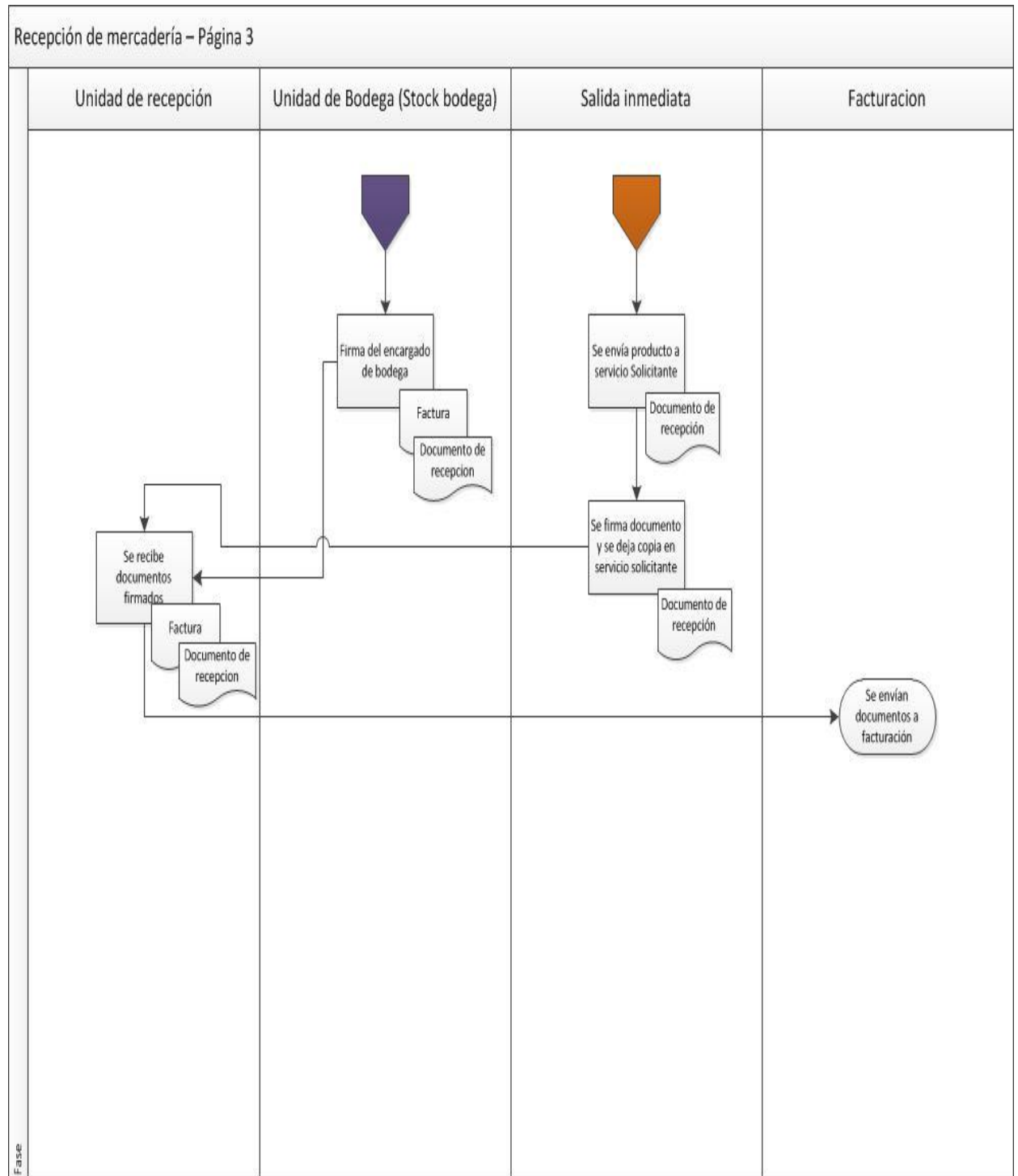
Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

Figura 2: Recepción de mercadería, (2).



Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

Figura 3: Recepción de mercadería, (3)



Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

1.3.2 Reposición de estaciones Pyxis

➤ Despachos.

Un centro de responsabilidad corresponde a una unidad especializada del hospital que necesita ser abastecido y que posee un jefe encargado de relacionarse directamente con la unidad de abastecimiento. Un ejemplo es urgencia, obstetricia, medicina anestesia y pabellón, cirugía indiferenciada, pediatría, unidad de cuidados intensivos, entre otros.

Los despachos de bodega se hacen de acuerdo a la calendarización que tiene cada centro de responsabilidad en forma: Diarios (Pyxis), Semanal y Mensual.

Este proceso consiste en que cada centro de responsabilidad tiene una nómina de pedido, la cual se completa con los artículos que necesita para cumplir con la entrega de atención a los diferentes usuarios.

Se realiza una preparación de nóminas por parte del auxiliar de bodega, el cual posteriormente es revisado físicamente por la persona que despacha, quien luego ingresa al sistema computacional los registros de lo entregado para hacer las rebajas de stock correspondiente a cada producto.

1.3.3 Estaciones Pyxis.

➤ Descripción.

Las estaciones Pyxis son básicamente grandes máquinas dispensadoras de medicamentos e insumos que están conectadas con un servidor central desde donde se controla el correcto uso y reposición de medicamentos, y que ayuda al buen manejo de stock e inventarios. Las estaciones están ubicadas en los centros de responsabilidad críticos del hospital, en donde se necesita acceso rápido a fármacos e insumos.

El sistema funciona a través de la identificación por clave del profesional 'prescriptor' y de su correlación inequívoca con el paciente al cual se le ha

prescrito. Esta herramienta funciona a través de una clave que introduce el profesional sanitario. Posteriormente, el mismo profesional inserta en el sistema los datos del paciente, y automáticamente el sistema ofrece la dosis adecuada del usuario en cuestión.

Anteriormente, la dispensación de medicamentos al paciente se hacía a través de reposición de botiquín.

‘Pyxis’ se compone de un ordenador central para el control de la reposición de stocks y control de caducidades, ubicado en unidad de bodega; y otro ordenador periférico con control sobre la dispensación de las unidades de almacenamiento, ubicado también en la unidad de bodega.

➤ **Proceso de reposición diario.**

Las unidades Pyxis se deben reponer diariamente. El proceso de reposición comienza con la impresión de un documento que emite la consola principal en la unidad de bodega, en donde se especifica el stock actual en cada unidad y el stock mínimo y máximo de cada centro de responsabilidad que posee un Pyxis. Este documento es entregado por el *administrador de Pyxis* a un *auxiliar de despacho*, quien revisa y reúne los insumos en el *mesón* (si hay algún insumo que no está en stock, el encargado de bodega deberá informar de esto al jefe de bodega para registrarlo y pedirlo lo antes posible). Una vez reunidos todos los insumos en el mesón, el jefe de bodega debe revisar y cotejar con la nómina impresa anteriormente. Si todo está correcto, el jefe de bodega registra y timbra el documento y autoriza el despacho de los insumos a la unidad Pyxis correspondiente.

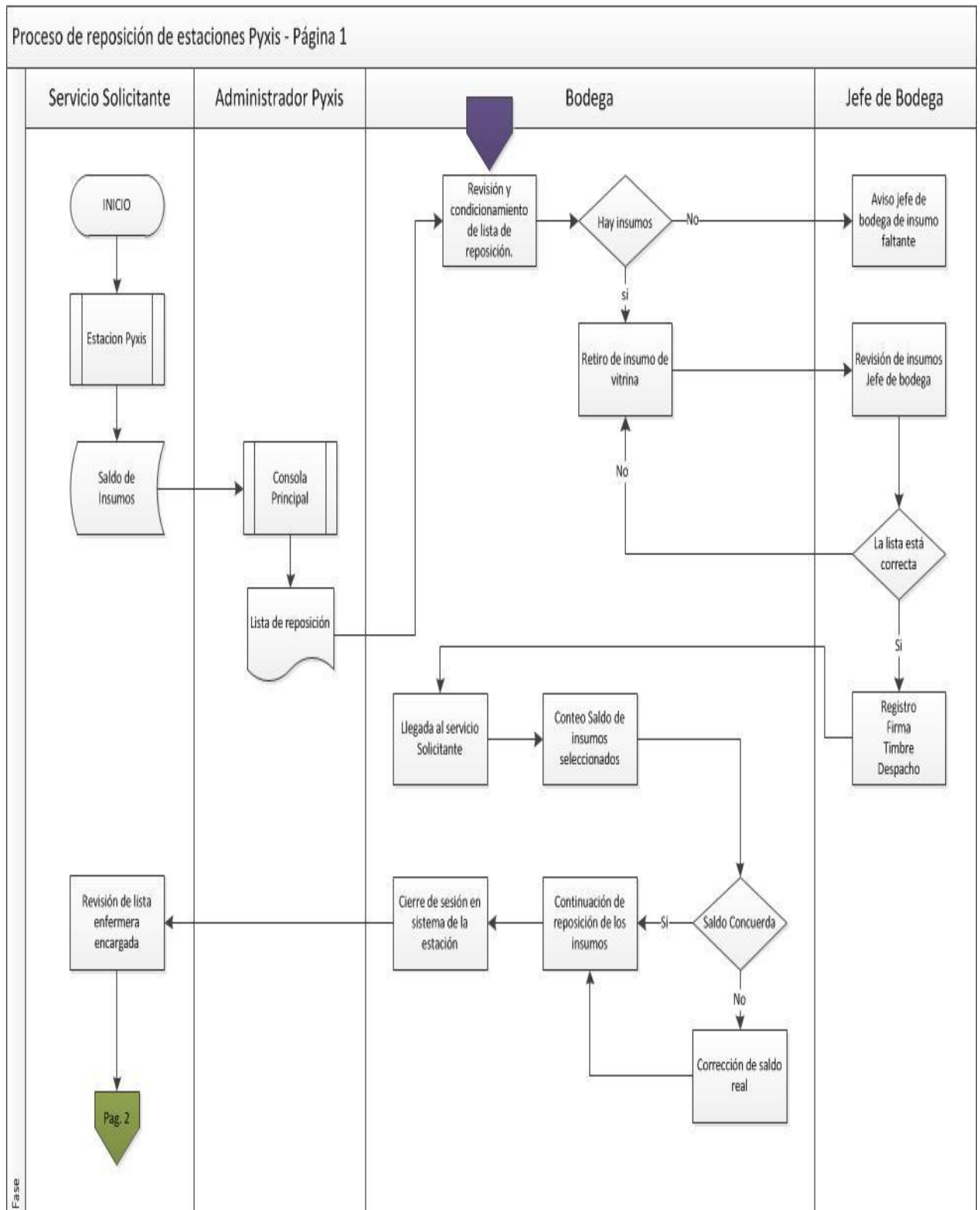
Una vez que el auxiliar de despacho llega al *centro de responsabilidad*, se registra e ingresa al sistema de la unidad Pyxis a reponer, y realiza el conteo de los productos en la máquina para comprobar que el saldo físico en la maquina sea efectivamente el que se imprimió. Si el saldo no es el indicado en la nómina de reposición, se hace un ajuste y se continúa con la reposición. Una vez cargada la maquina se cierra la sesión y se da aviso al encargado de turno del *centro de responsabilidad*, éste firma la lista si es que está conforme,

el auxiliar de reposición vuelve con la lista firmada a la unidad de bodega donde se archiva y se ingresa al sistema Anita con lo que se concluye el proceso de reposición.

En caso de que el encargado de turno del servicio no esté conforme, este se comunica con el administrador de Pyxis para solicitar el insumo que falte y se despacha de inmediato. Esto ocurre cuando las operaciones que se hicieron en la estación Pyxis se realizaron de forma incorrecta o incompleta, ya que cada vez que se saca un producto este debe ser registrado en el sistema para que al momento de la reposición, el saldo sea real y no se produzcan diferencias.

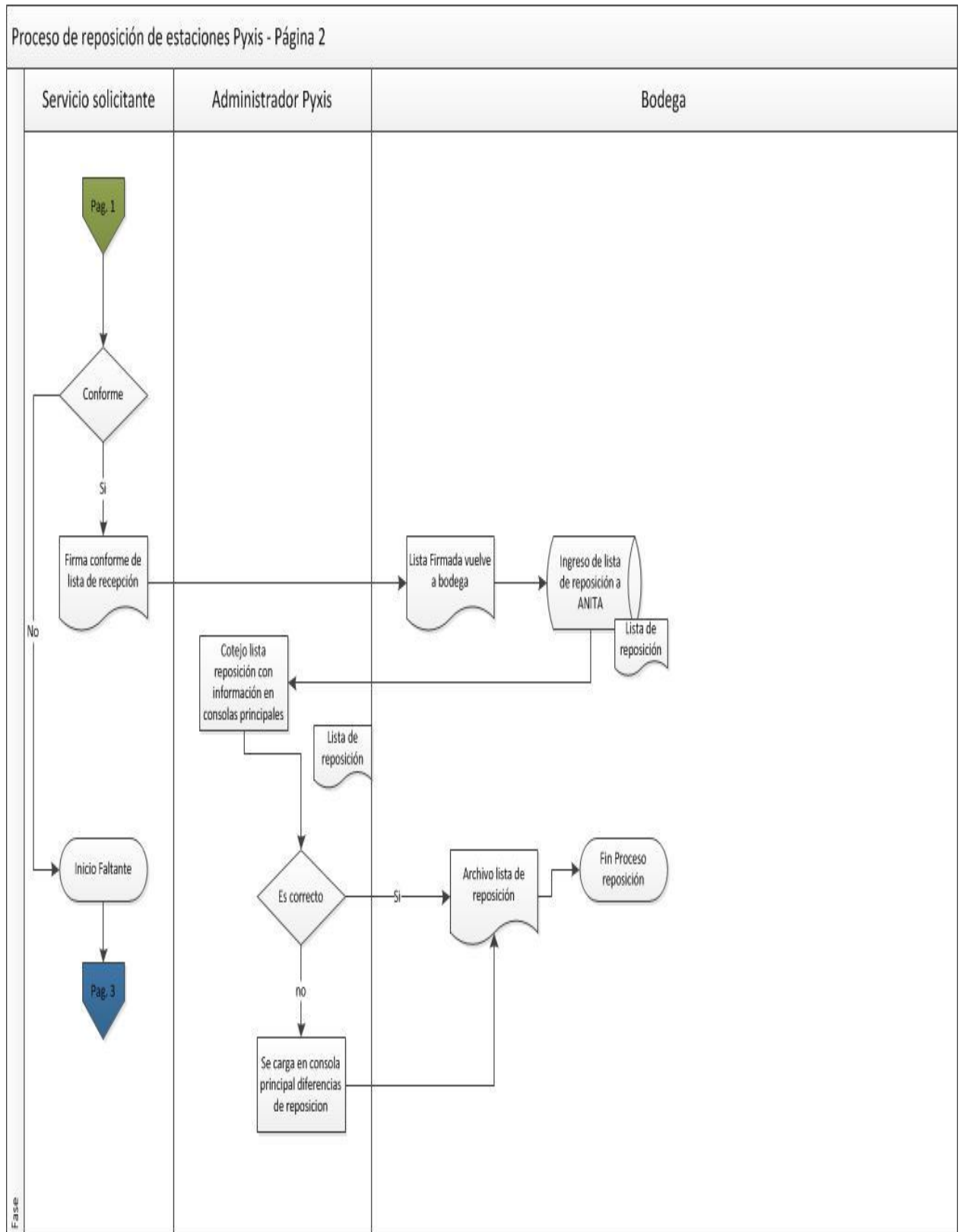
Todo lo que se describe anteriormente se resume en el siguiente diagrama de flujo (figura 4, 5 y 6).

Figura 4: Reposición de estaciones Pyxis, (1)



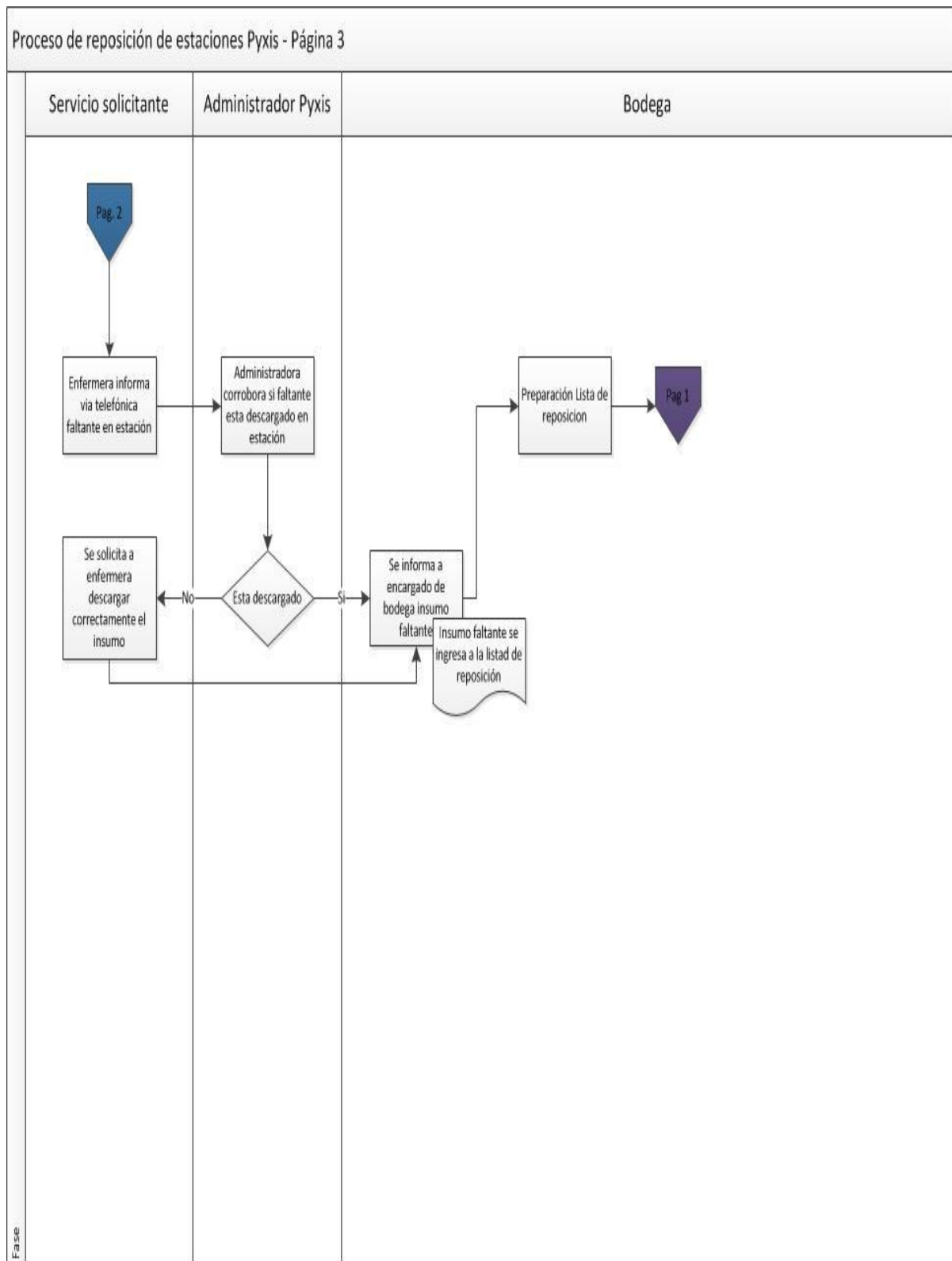
Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

Figura 5: Reposición de estaciones Pyxis, (2)



Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

Figura 6: Reposición de estaciones Pyxis, (3)



Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

1.3.4 Proceso de pedido mensual y semanal

➤ Descripción

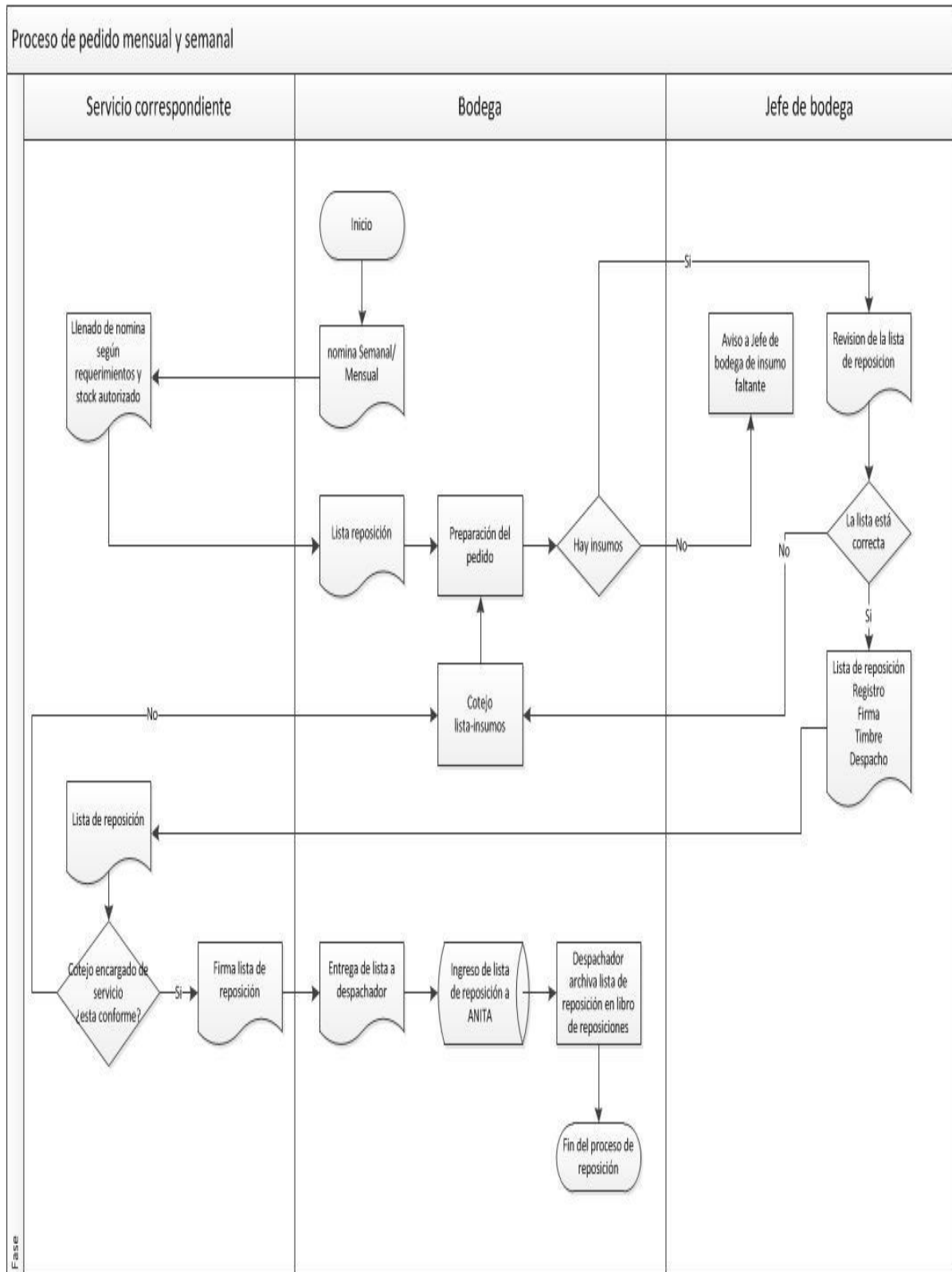
Los pedidos semanales y mensuales son para todos los *centros de responsabilidad*. Se inicia con la impresión con una nómina que incluye todos los fármacos e insumos que un servicio en especial utiliza, con los stocks máximos correspondientes. Se envía dicha nómina al centro de responsabilidad, donde se completa con el stock actual y se devuelve a la unidad de bodega.

El proceso de reposición semanal y mensual es el mismo procedimiento del proceso de reposición diario, hasta la salida de los productos al centro de responsabilidad. En este caso, al salir los fármacos e insumos, la nómina va en duplicado, la que debe firmar el encargado de turno del servicio. Si está conforme, se firma y se deja una copia en el servicio, el auxiliar de reposición vuelve a unidad de bodega en donde se ingresa al sistema Anita y se archiva la nómina en el *libro de reposiciones*; en caso de que el encargado de turno del servicio no esté conforme, éste se comunica con el *jefe de bodega* para solicitar el insumo que falte y se despacha de inmediato.

Todo lo que se describe anteriormente se resume en el siguiente diagrama de flujo (figura 7).

Figura 7: Proceso de pedido mensual y semanal, (1)

CAPITULO I: DIAGNOSTICO SISTEMA DE OPERACIONES E INVENTARIO



Elaboración Propia en base Mideplan, Diagramas de flujo, 2009.

1.4 Identificación del Problema.

“El Riesgo al que están expuestos los pacientes, a causa de no recibir los insumos en los tiempos y plazos necesarios para la salud”

1.4.1 Causas y efectos de actuales problemas.

Una vez finalizado la identificación de los Procesos realizados en bodega del hospital, se presentan ciertas problemáticas que influyen en el cumplimiento de niveles óptimos de almacenamiento.

En lo que se refiere al proceso de reposición de Pyxis, nos encontramos con irregularidades y diferencias entre lo que señala el sistema (Lo que muestra computador central) y lo que visualiza el auxiliar a la hora de hacer la reposición física de las maquinas Pyxis. Si bien existe un margen de error en el stock, es preocupante que el stock de la maquina marque cero en ciertos periodos de tiempos, debido a la importancia del servicio que el hospital entrega a sus pacientes.

Estas diferencias se producen por el mal uso del Pyxis por parte de los operarios del hospital. Estos han sido capacitados en reiteradas ocasiones, sin embargo el problema persiste. Estas diferencias de pedidos pueden influir en el presente estudio.

La constante implementación de tecnología para mejorar los procesos, no ha solucionado todos los problemas, debido a que existen diversos procesos que son realizados manualmente, los cuales caen en imperfecciones. Al mismo tiempo la combinación de ambos no es lo óptimo que se podría esperar.

Cuando se analiza una bodega y la distribución de insumos o mercadería, se espera que la codificación de estos sea legible para todos. Existe una codificación la cual es entendible para los actuales funcionarios, pero se podría mejorar y aprovechar de mejor forma, con una nueva distribución de bodega.

1.4.2 Sistema de Costos de Bodega.

Otra variable que no existe en la bodega, son los sistemas de costos de bodega. Se desconocen costos de mantención, costos de reposición, costo de almacenamiento, entre otros.

La existencia de estos costos es importante para un lote de pedido óptimo, lo cual ayudaría a mejorar tiempos de recepción, reposición y almacenamiento

Capítulo II

MODELO GENERAL DE INVENTARIO.

El problema del inventario tiene que ver con guardar en reserva un artículo para satisfacer las fluctuaciones de la demanda. El exceso de existencias de un artículo aumenta el costo del capital y de almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas, y en este caso el servicio del Hospital. El resultado es buscar un nivel de inventario que balancee las dos situaciones extremas minimizando una función de costo apropiada. El problema se reduce a una política de inventario que se responda a dos preguntas.¹

¿Cuánto pedir? ¿Cuándo pedir?

La base del modelo de inventario es la siguiente función de costo genérica:

Costo total del inventario= (Costo de compra)+ (Costo de preparación)+ (Costo de retención)+ (Costo por escasez).

- **Costo de compra:** Es el precio por unidad de un artículo de inventario. En ocasiones, el artículo se ofrece con un descuento si el tamaño del pedido excede una cantidad determinada, lo cual es un factor al momento de tomar la decisión de cuánto pedir.
- **Costo de preparación:** Representa el cargo fijo en que se incurre cuando se coloca un pedido (no importa su tamaño).
- **Costo de retención (Almacenamiento):** Representa el costo de mantener las existencias de algo. Incluye el interés sobre el capital y el costo de almacenamiento, mantenimiento y manejo.

¹ Juan Prawda Witenberg. "Métodos y modelos de investigación de operaciones" Vol. II "Modelos Estocásticos". Limusa S.A. 1998. 1026 P "Modelos determinísticos". Limusa S.A. 1998. 935 P

- **Costo por escasez:** Este costo, no está presente en el inventario, debido a la ausencia de un producto, el usuario o paciente debe esperar y no hay pérdidas de lealtad por parte del cliente.²

Según la demanda, se pueden clasificar en:

- Modelos Determinísticos.
- Modelos Probabilísticos.

Existen varios y diversos modelos de inventarios, pero la mayoría coinciden en una variable que es la demanda, de la cual se desprenden dos tipos de modelos: Modelos determinísticos y probabilísticos, los cuales plantea Taha Hamdy.

Hillier habla de modelos determinísticos y estocásticos, al igual que Prawda y Ackoff, los cuales tienen ciertas diferencias, pero solo de simbología. La metodología de aplicación es, sin embargo, la misma.

Estos cuatro autores usan los mismos modelos; el EOQ está presente en la literatura de estos autores y coinciden en la metodología. Ya sea con o sin costos de preparación.

El modelo que es más acorde a la bodega del hospital es un modelo simple en el que los lotes de pedido no llevan costos de preparación, por lo cual no son influyentes a la hora de tomar decisiones. Dado lo anterior, se analizará el modelo EOQ determinístico y el modelo EOQ probabilizado de Taha Hamdy, ya que se adaptan de mejor manera a las operaciones del Hospital Herminda Martín de Chillán.

²Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos determinísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 457.

2.2 Modelo Determinístico.

Modelo EOQ Clásico (Cantidad de Pedido Económico).

El más simple de los modelos de inventario, implica una demanda de tasa constante con reposición de pedidos instantánea y sin escasez. Definida por:

Y = Cantidad de pedido (número de unidades).

D = Tasa de demanda (unidades por unidad de tiempo).

t_0 = Duración del ciclo de pedido (unidades de tiempo).

Cuando el inventario llega a nivel cero, se recibe un pedido de “ y ” unidades de tamaño. Las existencias se agotan uniformemente a una tasa de demanda constante. El ciclo de pedido de este patrón es:

$$t_0 = \frac{Y}{D}$$

El modelo de costo requiere dos parámetros de costo.

K = Costo de preparación asociado con la colocación de un pedido.

h = Costo de retención (pesos por unidad de inventario por unidad de tiempo).

Dado que el nivel de inventario promedio es $\frac{Y}{2}$, el costo total por unidad de tiempo $TCU (Y)$.

$TCU (Y)$ = Costo de preparación por unidad de tiempo + Costo de retención por unidad de tiempo.

$$= (\text{Costo de preparación} + \text{Costo de retención}).^3$$

$$= \frac{K + h * \frac{Y}{2} * t_0}{t_0}$$

³Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos determinísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 462.

$$= \frac{K}{\frac{Y}{2}} + \frac{h}{\frac{Y}{2}}$$

El valor óptimo de la cantidad de pedido, se determina minimizando $TCU(Y)$.

Suponiendo que Y es continua, una condición necesaria para la optimización es:

$$\frac{\partial tcu(Y)}{\partial Y} = -\frac{KD}{Y^2} + \frac{h}{2} = 0$$

La condición también es suficiente porque $TCU(Y)$ es convexa.

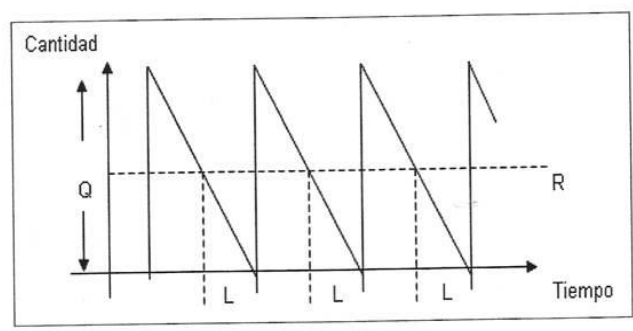
La solución de la ecuación da por resultado el EOQ , Y^* como

$$Y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

Por lo tanto, la política de inventario óptima para el modelo propuesto es

$$\text{Pedido } Y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \text{ unidades de cada } t_0^* = \frac{Y^*}{D} \text{ unidades de tiempo.}^4$$

⁴Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos determinísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 465.



Fuente: Juan Prawda Witenberg. Métodos y modelos de investigación de operaciones” Vol. I “Modelos determinísticos”. Limusa S.A. 1998. 935 P

Cuando el proveedor surte, se considera que no hay nada en inventario, por lo tanto lo que se le pide al proveedor son Q unidades. Cuando el lote solicitado llega, el inventario pasa de cero a Q unidades.

A medida que transcurre el tiempo (L), la cantidad de existencia va disminuyendo en forma lineal con pendiente negativa. Cuando las existencias llegan al punto R , que es el punto de reorden, se debe pedir otro lote de pedido Q , del mismo modo los valores L que van desde que se pide otro lote de pedido hasta que el inventario quede en cero, se llama tiempo de respuesta que es el tiempo que tiene el proveedor para reponer un lote de pedido Q .

2.2.1 Revisión continúa o uniforme.

El problema de inventarios que con más frecuencia enfrentan los fabricantes, mayoristas y comerciantes es aquel en el que los niveles de existencias se reducen con el tiempo y después se reabastecen con la llegada de nuevas unidades. El modelo de lote económico es un modelo sencillo que representa esta situación.

Se supone que los artículos bajo consideración se sacarán en forma continua a una tasa constante conocida, denotada por α ; es decir, la demanda es de α unidades por unidad de tiempo al mes. Se supone también que el inventario se reabastece produciendo u ordenando un lote de tamaño fijo (Q unidades), y que las Q unidades llegan justo en el tiempo deseado. Los únicos costos que se consideran son los mismos analizados anteriormente.

El modelo determinístico que muestra Hillier refleja la misma metodología que Taha, por lo cual pueden ser aplicados en distintos inventarios, pero la finalidad es la misma. Los costos identificados son los mismos, y los lotes de pedido óptimos tienen la misma metodología.⁵

2.3 Modelo Probabilístico.

2.3.1 Modelo EOQ “Probabilizado”.

Algunos profesionales han buscado adaptar el modelo EOQ Determinístico (visto sección anterior) para presentar de forma aproximada la naturaleza probabilística de la demanda. El periodo crítico durante el ciclo de inventario ocurre entre la colocación y la recepción de pedidos. Este es el lapso de tiempo en que se podrían presentar los faltantes. Por intuición, una probabilidad de pocos faltantes implica mayores existencias de reserva, y viceversa.

La relación entre las existencias de reserva, B y los parámetros del modelo EOQ Determinístico que incluyen el tiempo de espera, L ; la demanda promedio durante el tiempo de espera, μ_L , y la cantidad económica de pedido (EOQ), Y^* . Observe que L es el tiempo de espera efectivo definitivo en la sección.

La suposición principal del modelo es que la demanda por unidad de tiempo es normal con media D y desviación estándar σ ; es decir, $N(D, \sigma)$. Con arreglo a esta suposición, la demanda durante el tiempo de espera L también debe ser normal con media $\mu_L = DL$ y desviación estándar $\sigma_L = \sqrt{L\sigma^2}$. La fórmula para σ_L supone que L es (representado de forma aproximada si es necesario por) un valor entero.

El tamaño de las existencias de reserva B determina de modo que la probabilidad de faltantes durante L . Sea a lo sumo α . Si x_L es la demanda durante el tiempo de espera L , entonces

⁵ Frederick S. Hillier. Introducción a la investigación de operaciones. Sexta edición. McGRAW-Hill, 1997. 998 P

$$P\{X_L \geq B + \mu_L\} \leq \alpha$$

Utilizando:

$$N(0,1), z = \left\{ \frac{X_L - \mu_L}{\sigma_L} \right\}$$

$$P\left\{z \geq \frac{B}{\sigma_L}\right\} \leq \alpha$$

Definiendo el parámetro K_α para la distribución normal estándar de modo que

$$P(z \geq K_\alpha) \leq \alpha$$

Se desprende que:

$$B \geq \sigma_L K_\alpha$$

La cantidad $\sigma_L K_\alpha$ proporciona el valor mínimo de B . (El valor de K_α puede determinarse desde la tabla normal estándar.⁶

2.4 Modelo apropiado

Sería apropiado utilizar el modelo Determinístico en caso que se conociera con certeza la demanda que tendrá cada producto en un lapso de tiempo, pues es uno de los requerimientos para este modelo de inventario.

Sin embargo, debemos tener presente que en un hospital la demanda de insumos y medicamentos no se puede conocer con certeza, ya que no se sabe la cantidad de pacientes enfermos o accidentados que llegarán durante una semana o durante un mes. Por lo tanto, en base a información histórica solo podemos obtener un promedio de la demanda en un intervalo de tiempo, y con esto, determinar un punto de pedido en el cual se minimice la probabilidad de desabastecimiento. Es por esto que el modelo de inventario apropiado para un hospital es el modelo probabilístico.

⁶Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos Probabilísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 554.

Capítulo III

MODELO EOQ “PROBABILIZADO”

HOSPITAL CLÍNICO HERMINDA MARTIN DE CHILLÁN.

El Modelo Probabilístico tiene como finalidad establecer un stock de seguridad mínimo a fin de minimizar la probabilidad de desabastecimiento de insumos

La implementación de este modelo solucionará muchos problemas de rupturas de stock, facilitando operaciones de los departamentos de Bodega y Compras. El problema se reduce a una política de inventario que responda a dos preguntas: ¿Cuánto pedir? ¿Cuándo pedir?⁷

3.1. Modelo EOQ “Probabilizado” Aplicado.

Se utilizarán demandas históricas mensuales de fármacos e insumos de Bodega para determinar el lote de pedido óptimo, ya que los pedidos que realiza el hospital no son constantes en cantidad. Los tiempos de espera pueden ser variables, esto depende del tipo de fármaco o insumo del que se trate. Sin embargo, como referencia para evaluar este modelo, y basado en datos históricos, el tiempo promedio que transcurre desde que se envía la orden de compra hasta que los productos llegan a bodega es de 5 días.

La demanda de insumos fue entregada de forma mensual, sin embargo el modelo probabilizado trabaja y entrega respuestas en unidades de tiempo según sea el tiempo de espera “L”, por lo tanto es menester transformar las demandas mensuales en demandas diarias, puesto que en el caso del hospital, el tiempo de respuesta de los proveedores está dado por días.

Cabe mencionar que el modelo probabilístico opera en base a datos históricos, por lo tanto, si se tiene una base de datos amplia, es probable que el modelo arroje resultados menos sesgados.

⁷Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos Probabilísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 457.

El registro que el hospital ha entregado de las órdenes de compra corresponden al año 2011, por lo tanto se trabajará el modelo probabilístico con estos datos.

Cuadro n° 1: Resultados.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	0	α	0,05
		=	1,645
σ_D	0		
L	0		
μ_L	0		
σ_L	0		
B	$\geq$	0	Punto de Reorden 0

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

3.2 Simbología.

D = $\bar{X}$ Media o Promedio de demandas Diarias.

σ_D = σ Desviación Estándar demandas diarias.

L = Tiempo de espera de recepción y reposición (Días).

μ_L = $\bar{X}$ Media de L .

σ_L = σ Desviación Estándar de L .

$B \geq$ = Existencias de Reservas.

$P.R.$ = Punto de Reorden.

3.1 Forma de ingreso de datos

Los datos históricos se ingresan en una tabla de Microsoft Excel diseñada de manera especial para esta memoria de título. Los datos que se ingresan aquí corresponden a la demanda de un insumo en particular del cual se requiera obtener el lote de pedido adecuado según el modelo probabilizado de inventario. La tabla se muestra a continuación.

Cuadro nº 2: ingreso de datos y resultados.

Producto	Unidades
Enero	0,0
Febrero	0,0
Marzo	0,0
Abril	0,0
Mayo	0,0
Junio	0,0
Julio	0,0
Agosto	0,0
Septiembre	0,0
Octubre	0,0
Noviembre	0,0
Diciembre	0,0
Promedio	0,00
Desviación Estandar	0,00

Fuente: Demandas de consumo, Cuadros de Compras 2011, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminda Martin.

La tabla está diseñada para datos de un año en particular, sin embargo esta puede ser modificada para procesar datos de intervalos de tiempo más largos si así se desea.

El casillero de color rojo al final de la tabla es el promedio de la demanda de insumos, el cual además se utilizará como la cantidad de insumos a pedir cada vez que el stock de cierto producto llegue a un punto mínimo (punto que también se determinará).

El casillero de color amarillo corresponde a la desviación estándar de los datos ingresados en la tabla y que se utilizará en la tabla siguiente para determinar el punto en que se debe volver a comprar insumos para evitar el desabastecimiento.

Cuadro n° 3: Datos variables.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	0,000	α	0,05
		=	1,645
σ_D	0,000		
L	5		
μ_L	0,00		
σ_L	0,00		
B	$\geq$	0,00	Punto de Reorden
			0

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

El primer dato de la tabla (arriba a la izquierda) corresponde al promedio diario de demanda de insumo "Y"; el cuadro que sigue hacia abajo corresponde a la desviación estándar diaria de la demanda del insumo "Y".

El casillero de color rojo corresponde al nivel de significación con el que se está trabajando. Estadísticamente se utilizan con frecuencia 3 niveles de significación (0,1; 0,05 y 0,01). Para esta memoria se utilizó un nivel de significación de 0,05, sin embargo esto puede ser modificado según cuán crítico sea el insumo que está siendo ingresado en las tablas, es decir, si

estamos trabajando con un insumo de alta importancia, es recomendable utilizar un alfa 0,01, ya que esto arrojará un resultado final más seguro y preventivo en lo que se refiere a la probabilidad de desabastecimiento.

Por su parte el casillero de color amarillo corresponde al valor que se encuentra en las tablas normales según sea el nivel de significación que se utilice.

El casillero de color celeste corresponde a la cantidad de días de espera “L” desde que se ordena un producto hasta que este es recibido en la unidad de abastecimiento.

Finalmente el casillero de color rojo (cuadro N° 4) entrega un resultado final que corresponde a la suma de un Beta estimado más el promedio de consumo diario multiplicado por la cantidad de días de espera “L”. Este resultado corresponde al punto de stock mínimo en donde se hace necesario volver a ordenar un insumo determinado para evitar el desabastecimiento, es decir, el punto de reorden.

Cuadro N° 4: resultado final Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	0,000	α	0,05
		=	1,645
σ_D	0,000		
L	5		
μ_L	0,00		
σ_L	0,00		
B	$\geq$	0,00	Punto de Reorden
			0

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

Los resultados que arroja el modelo probabilístico deben ser un punto de referencia para el Hospital Clínico Herminda Martín para los pedidos que se realicen, pues como es lógico no se puede ordenar la cantidad exacta de

productos que el modelo entrega, sino apegarse lo más posible a los lotes de pedido según sean las condiciones que los proveedores pongan en cantidad, envasado, etc.

3.2 Ejemplos del Modelo “EOQ” Probabilizado.

➤ Ejemplo N° 1.

La empresa Alfa tiene una demanda diaria de luces de neón dada por $N(100,10)$ es decir $D=100$ unidades y que la desviación estándar es 10 unidades, el tiempo de espera desde que se piden las luces hasta que llegan es de 2 días, la cantidad económica de pedido es 1.000 unidades. Determine el tamaño de las existencias de reserva, B , utilizando $\alpha = 0.05$.⁸

$$\mu_L = DL = 100 \cdot 2 = 200 \text{ unidades}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{10^2 \cdot 2} = 14.14 \text{ unidades}$$

Si $K_{0.5} = 1.645$, las existencias de reserva se calculan como

$$B \geq 14.14 \cdot 1.645 \approx 23 \text{ luces de neón.}$$

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 1.000 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 223 ($= B + 2 \cdot 100$) unidades.

⁸Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos Probabilísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 555.

Cuadro N° 5: Resultado ejemplo N°1 Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado				
D	100,000	α	0,05	
		=	1,645	
σ_D	10,000			
L	2			
μ_L	200,00			
σ_L	14,14			
B	$\geq$	23,26	Punto de Reorden	223

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

El modelo Excel usa la misma metodología que la aplicación manual, por lo tanto los resultados son los mismos.

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 1.000 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 223 (= $B + 2 * 100$) unidades.

➤ Ejemplo n° 2.

En el siguiente ejemplo se utilizará la demanda real de un producto perteneciente a la clasificación de Analgésicos (Fármacos), que es la usada actualmente por el departamento de Compras y Bodega.

La demanda promedio de Ácido Acetilsalicílico (100 mg) es de 425 unidades mensuales y la desviación estándar es de 439,45 como se muestra a continuación.

Cuadro nº 6: Demanda mensual de ácido acetilsalicílico.

Producto	Unidades
Enero	1.100,0
Febrero	500,0
Marzo	500,0
Abril	600,0
Mayo	0,0
Junio	600,0
Julio	600,0
Agosto	0,0
Septiembre	600,0
Octubre	0,0
Noviembre	600,0
Diciembre	0,0
Promedio	425,00
Desviación Estandar	349,35

Fuente: Demandas de consumo, Cuadros de Compras 2011, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminia Martín.

La cantidad promediada será la que se pida en cada orden de compra toda vez que el stock llegue a un punto mínimo que se determinará a continuación. El tiempo de respuesta L es 5 días. Se utiliza un $\alpha = 0.05$ para determinar el tamaño de las existencias de reserva B .

$$\mu_L = DL = 14,167 \cdot 5 = 70,83 \text{ unidades}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{11,65^2 \cdot 5} = 26,04 \text{ unidades}$$

Si $K_{0,5} = 1.645$, las existencias de reserva se calculan como

$$B \geq 26,04 \cdot 1.645 \approx 43 \text{ unidades de Ácido Acetilsalicílico.}$$

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 425 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 114 ($= B + 5 * 14,167$) unidades.

Cuadro N° 7: Resultado ejemplo n° 2 Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	14,167	α	0,05
		=	1,645
σ_D	11,645		
L	5		
μ_L	70,83		
σ_L	26,04		
B	$\geq$	42,83	Punto de Reorden
			114

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 425 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 114 ($= B + 5 * 14,167$) unidades.

➤ **Ejemplo n° 3.**

Para este ejemplo se utilizará la demanda real de productos pertenecientes a la clasificación de Comprimidos (Fármacos), que es la usada actualmente por el departamento de Compras y Bodega.

La demanda de Rocaltrol (0,25 mg) es de 475 unidades mensuales y la desviación estándar es 30,9 unidades como se muestra continuación.

Cuadro nº 8: Demanda mensual de Rocaltrol.

Producto	Unidades
Enero	450,0
Febrero	450,0
Marzo	450,0
Abril	450,0
Mayo	450,0
Junio	450,0
Julio	510,0
Agosto	510,0
Septiembre	510,0
Octubre	450,0
Noviembre	510,0
Diciembre	510,0
Promedio	475,00
Desviación Estandar	30,90

Fuente: Demandas de consumo, Cuadros de Compras 2011, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminia Martín.

La cantidad promediada será la que se pida en cada orden de compra toda vez que el stock llegue a un punto mínimo que se determinará a continuación. El tiempo de respuesta L es 5 días. Se utiliza un $\alpha = 0.05$ para determinar el tamaño de las existencias de reserva B .

$$\mu_L = DL = 15,833 \cdot 5 = 79,17 \text{ unidades}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{1,03^2 \cdot 5} = 2,30 \text{ unidades}$$

Si $K_{0,5} = 1.645$, las existencias de reserva se calculan como

$$B \geq 2,30 \cdot 1.645 \approx 4 \text{ unidades de Rocaltrol.}$$

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 83 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 83 ($= B + 5 * 15,833$) unidades.

Cuadro N° 9: Resultado ejemplo N° 3 Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	15,833	α	0,05
		=	1,645
σ_D	1,030		
L	5		
μ_L	79,17		
σ_L	2,30		
B	$\geq$	4	Punto de Reorden
			83

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 475 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 83 ($= B + 5 * 15,833$) unidades.

➤ Ejemplo n° 4.

Para este ejemplo se utilizará la demanda real de productos pertenecientes a la clasificación de Psicotrópicos (Fármacos), que es la usada actualmente por el departamento de Compras y Bodega.

La demanda promedio mensual de Midazolam (5 mg/miles) es de 483,33 unidades, la desviación estándar es 180,07 unidades como se muestra a continuación.

Cuadro nº 10: Demanda mensual de Midazolam.

Producto	Unidades
Enero	400,0
Febrero	0,0
Marzo	400,0
Abril	500,0
Mayo	500,0
Junio	500,0
Julio	500,0
Agosto	500,0
Septiembre	500,0
Octubre	700,0
Noviembre	700,0
Diciembre	600,0
Promedio	483,33
Desviación Estandar	180,07

Fuente: Demandas de consumo, Cuadros de Compras 2011, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminda Martin.

La cantidad promediada será la que se pida en cada orden de compra toda vez que el stock llegue a un punto mínimo que se determinará. El tiempo de respuesta L es 5 días. Se utiliza un $\alpha = 0.05$ para determinar el tamaño de las existencias de reserva B .

$$\mu_L = DL = 16,111 * 5 = 83,56 \text{ unidades}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{6,002^2 * 5} = 13,42 \text{ unidades}$$

Si $K_{0,5} = 1.645$, las existencias de reserva se calculan como

$$B \geq 13,42 * 1.645 \approx 22 \text{ unidades de Midazolam.}$$

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 484 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 103 (= $B + 5 * 16,111$) unidades.

Cuadro nº 11: Resultado ejemplo Nº 4 Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado				
D	16,111	α	0,05	
		=	1,645	
σ_D	6,002			
L	5			
μ_L	80,56			
σ_L	13,42			
B	$\geq$	22,08	Punto de Reorden	103

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 484 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 103(= $B + 5 * 16,111$) unidades.

➤ **Ejemplo Nº 5.**

Para este ejemplo se utilizará la demanda real de productos pertenecientes a la clasificación de Drogas (Fármacos), que es la usada actualmente por el departamento de Compras y Bodega.

La demanda promedio de Glucosa Anhídrida Polvo (Kg) es de 7,58 Kg mensuales y la desviación estándar es 3,65 Kg. Como se muestra a continuación.

Cuadro n° 12: Demanda Mensual de Glucosa Anhidrida.

Producto	Unidades
Enero	10,0
Febrero	8,0
Marzo	8,0
Abril	8,0
Mayo	0,0
Junio	9,0
Julio	0,0
Agosto	10,0
Septiembre	10,0
Octubre	10,0
Noviembre	8,0
Diciembre	10,0
Promedio	7,58
Desviación Estandar	3,65

Fuente: Demandas de consumo, Cuadros de Compras 2011, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminda Martin.

La cantidad promediada será la que se pida en cada orden de compra toda vez que el stock llegue a un punto mínimo que se determinará a continuación, El tiempo de respuesta L es 5 días. Se utiliza un $\alpha = 0.05$ para determinar el tamaño de las existencias de reserva B .

$$\mu_L = DL = 0,253 \cdot 5 = 1,26 \text{ Kg}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{0,122^2 \cdot 5} = 0,27 \text{ Kg}$$

Si $K_{0,5} = 1.645$, las existencias de reserva se calculan como

$$B \geq 0.27 \cdot 1.645 \approx 1 \text{ kg de Glucosa Anhidrida Polvo.}$$

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 8 Kg siempre que el nivel de inventario se reduzca a 2 ($= B + 5 * 0,253$) Kg.

Cuadro N° 13: Resultado ejemplo N° 5 Excel.

Modelo "EOQ" Probabilizado			
D	0,253	α	0,05
		=	1,645
σ_D	0,122		
L	5		
μ_L	1,26		
σ_L	0,27		
B	$\geq$	0,45	Punto de Reorden
			2

Fuente: Elaboración propia basada en "Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones".

La política de inventario óptimo (de reserva) requiere pedir 8 unidades siempre que el nivel de inventario se reduzca a 2 ($= B + 5 * 0,253$) unidades.

Recomendaciones

Basado en la experiencia al interior del hospital Clínico Herminda Martín de Chillán, en las opiniones y observaciones de los funcionarios de todos los niveles en la unidad de abastecimiento, es que se hace necesario mencionar algunas recomendaciones que apuntan al mejoramiento de la eficiencia de procesos al interior de la unidad de abastecimiento, y que también ayudarían a departamentos que tienen directa relación con la unidad de bodega, por ejemplo, la unidad de compras y adquisiciones del Hospital.

Uno de los procesos poco eficientes que existen en la unidad de abastecimiento se debe a que no existe un sistema de ingreso de productos por código de barras, comúnmente conocido como “pistoledo”, cuestión que hace más lento el acomodo de productos y los inventarios. Por lo tanto la recomendación es implementar un sistema de ingreso de productos por código de barra para facilitar el conteo de estos mismos y evitar mermas que se producen actualmente, por ejemplo, por productos caducados.

Otro de los puntos relevantes es la antigüedad del sistema informático que posee el Hospital, el programa ANITA. Es de vital importancia renovar este software que se utiliza para todas las actividades administrativas del hospital, pues no cumple óptimamente con la función que un software corporativo debiese cumplir, esto es, ser un centro integrado de información utilizable por todos los departamentos administrativos del Hospital. El software ANITA no permite, por ejemplo, utilizar la información que se tenga acerca del stock de un producto por la unidad de compras. En cambio, la información que se ingresa a este software sólo sirve para ser vista, pues para que esta información adquiera real valor, debe ser exportada a planillas de Microsoft Excel y desde ahí ser enviada a los departamentos que requiera dicha información. A raíz de esto es que se producen errores en los cuadros de compras, hechos en planillas Excel, que son enviados a la unidad de compras y devueltos a la unidad de abastecimiento (si se debe realizar alguna corrección), dando paso con esto a errores humanos que pueden resultar en cuadros de compra nulos, que retardan la compra de productos críticos.

Conclusiones

A través de lo expuesto en la presente memoria, se aprecia que los sistemas de operaciones entregan flexibilidad a los inventarios para poder adaptarse a los distintos escenarios. Sin embargo, la aplicación de un Sistema de operaciones requiere de un amplio conocimiento de los Modelos existentes. Se logra identificar dos tipos de Modelos de inventario según la demanda: Modelo Determinístico y probabilístico.

Un Modelo de inventario acertado y bien aplicado, entrega una serie de ventajas para cualquier sección de bodega o abastecimiento. Sin embargo, debemos tener presente que en un hospital la demanda de insumos y medicamentos no se puede conocer con certeza, ya que no se sabe la cantidad de pacientes enfermos o accidentados que llegarán durante una semana o durante un mes. Por lo tanto, en base a información histórica solo podemos obtener un promedio de la demanda en un intervalo de tiempo, y con esto, determinar un punto de pedido en el cual se minimice la probabilidad de desabastecimiento. Debido a lo anterior, el Modelo Probabilístico es el más adecuado para aplicarlo en un hospital.

Para presentar de forma aproximada la naturaleza probabilística de la demanda, el periodo crítico durante el ciclo de inventario ocurre entre la colocación y la recepción de pedidos. Este es el lapso de tiempo en que se podrían presentar los faltantes. Por intuición, una probabilidad de pocos faltantes implica mayores existencias de reserva, y viceversa.⁹

En los ejemplos del capítulo 3 se aplica el modelo de inventario EOQ probabilizado de inventario utilizando demandas reales de productos elegidos al azar. Los datos históricos fueron ingresados en una tabla de Microsoft Excel diseñada de manera especial para esta memoria de título. Los datos que se

⁹Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones: Modelos Probabilísticos de Inventario, Pentrice Hall. Novena Edición. 2012. Pág. 465.

CONCLUSIONES

ingresan aquí corresponden a la demanda de un insumo en particular del cual se requiera obtener el lote de pedido adecuado según el modelo probabilizado de inventario. Se puede apreciar en dichos ejemplos que el modelo arroja resultados coherentes y apropiados, por lo que se concluye que el modelo es apropiado y útil.

Bibliografía

- Kamlesh Mathur y Daniel Solow. Investigación de operaciones, El arte de la toma de decisiones. Prentice Hall. 1996. 977P

- Juan Prawda Witenberg. "Métodos y modelos de investigación de operaciones" Vol. I "Modelos determinísticos". Limusa S.A. 1998. 935 P

- Juan Prawda Witenberg. "Métodos y modelos de investigación de operaciones" Vol. II "Modelos Estocásticos". Limusa S.A. 1998. 1026 P

- Russell L. Ackoff y Maurice W. Sasieni. "Fundamentos de investigación de operaciones". Limusa Wiley S.A. 1971. 502 P

- Robert J. Thierauf y Richard A. Grosse. "Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones. Limusa, México. 1974. 559 P

- Hamdy Taha. Investigación de operaciones. Sexta edición, Prentice Hall. 1998. 916 P

- Hamdy Taha. Investigación de operaciones. Séptima edición, Prentice hall. 2004. 824 P

- Frederick S. Hillier. Introducción a la investigación de operaciones. Sexta edición. McGRAW-Hill, 1997. 998 P

- Pedro Vergara Vera. Optimización de procesos industriales y control de calidad. Santiago, Chile, Ediciones Universidad Tecnológica de metropolitana, 2005. 233 P.

- Dirección de operaciones, Aspectos estratégicos en la producción y los servicios por José Domínguez, María José Álvarez, Santiago García, Miguel Domínguez, Antonio Ruiz. Madrid, McGRAW-HILL, 1995. 482 P.

- Mideplan, Gobierno de Chile, Proyectos sociales, Diagramas de flujo, 2009. [En línea]
<http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/Spac> [consulta 07 agosto 2012]

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de procedimiento, Sección abastecimiento, Hospital Herminda Martin Chillan.2011.167p
- Cuadros de Compras 2011, Demandas de consumo, Dpto. de Compras Hospital Clínico Herminda Martin.