

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIOS EN CENTROS
PRIVADOS DE ATENCIÓN DE SALUD MATERNO INFANTIL Y SU IMPACTO
EN LA ÓPTIMA DISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS Y MATERIAL MÉDICO
QUIRÚRGICO EN LA ZONA 1 EN LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL AÑO
2017**

Informe final de tesis para la obtención del Grado Académico de Maestro en Ciencias, con base en el Instructivo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Asesor

MSc. ANÍBAL ROGELIO SANDOVAL

Autor:

ING. JUAN ALBERTO ROMÁN BARRIOS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo	MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Tercero	Vacante
Vocal Cuarto	Br. CC.LL Silvia María Oviedo Zacarías P.C Omar Oswaldo García Matzuy

**JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN
EL ACTA CORRESPONDIENTE**

Presidente:	MSc. JOSÉ RAMÓN LAM ORTIZ
Secretario:	DR. ALFREDO PAZ SUBILLAGA
Vocal I:	MSc. CÉSAR VERMÍN TELLO TELLO

ACTA No. 14-2019

ACTA/EP No. 0689

En el Salón No. 3 del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **28 de mayo** de 2019, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Industrial **Juan Alberto Román Barrios**, carné No. **100022295**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018..

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIOS EN CENTROS PRIVADOS DE ATENCIÓN DE SALUD MATERNO INFANTIL Y SU IMPACTO EN LA ÓPTIMA DISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS Y MATERIAL MÉDICO QUIRÚRGICO EN LA ZONA 1 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL AÑO 2017**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **70** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 30 días calendario.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veintiocho días del mes de mayo del año dos mil diecinueve.

MSc. José Ramón Lam Ortiz
Presidente

Dr. Alfredo Paz Subillaga
Secretario

MSc. César Vermin Tello Tello
Vocal I

Ing. Juan Alberto Román Barrios
Postulante

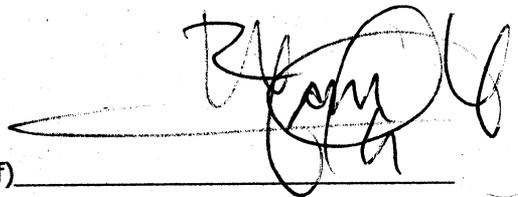


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Juan Alberto Román Barrios, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 27 de junio de 2019.

(f) 

MSc. José Ramón Lam Ortiz
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS
Edificio "s-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

J.D-TG. No. 0949-2019
Guatemala, 11 de octubre del 2019

Estudiante
Juan Alberto Román Barrios
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estudiante:

Para su conocimiento y efectos le transcribo el Punto Quinto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 20-2019, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 03 de octubre de 2019, que en su parte conducente dice:

“QUINTO: ASUNTOS ESTUDIANTILES

5.1 Graduaciones

5.1.1 Elaboración y Examen de Tesis

Se tienen a la vista providencias y oficios de las Escuelas de Administración de Empresas, Contaduría Pública y Auditoría, de Economía y de Estudios de Postgrado; documentos en los que se informa que los estudiantes que se listan a continuación, aprobaron el Examen de Tesis, por lo que se trasladan las Actas de los Jurados Examinadores de Tesis y expedientes académicos.

Junta Directiva acuerda: 1°. Aprobar las Actas de los Jurados Examinadores de Tesis. 2°. Autorizar la impresión de tesis y la graduación a los siguientes estudiantes:

Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos:

Estudiante Registro Académico: Tema de Tesis:

Estudiante	Registro Académico:	Tema de Tesis:
Juan Alberto Román Barrios	100022295	EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIOS EN CENTROS PRIVADOS DE ATENCIÓN DE SALUD MATERNO INFANTIL Y SU IMPACTO EN LA ÓPTIMA DISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS Y MATERIAL MÉDICO QUIRÚRGICO EN LA ZONA 1 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL AÑO 2017

3°. Manifiestar a los estudiantes que se les fija un plazo de seis meses para su graduación”.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO

m.ch

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por el don de la vida y permitirme cumplir esta meta

A MIS PADRES: Carmen Yolanda Barrios y Luis Alberto Román por todas sus enseñanzas y amor recibido

A MI ESPOSA: Anabella Cardona por ser parte fundamental en mi vida y apoyarme siempre.

A MI HIJA: María Lucia, por llenar de tanta alegría mi vida

A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO: Por sus enseñanzas

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Por su incondicional apoyo en los procesos de enseñanza aprendizaje

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
1. ANTECEDENTES.....	6
1.1 Antecedentes de la salud materno infantil	7
1.2 Antecedentes de control de inventarios	8
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Inventario.....	11
2.1.1 Clasificación de los inventarios por su forma.....	12
2.1.2 Clasificación de inventarios por su función.....	12
2.1.3 Clasificación de los inventarios por la naturaleza de la demanda	13
2.1.4 Costos de inventario.....	14
2.1.5 Política de inventario	15
2.1.6 Administración de inventarios.....	29
2.1.7 Indicadores de desempeño.....	40
2.1.8 Mejoramiento del control de inventarios	42
2.2 Componentes de la atención materno infantil	42
2.2.1 Definición de atención pre natal.....	42
2.2.2 Objetivos de la atención prenatal.....	43

2.2.3	Selección de medicamentos y material médico quirúrgico	43
2.2.4	Programa de adquisiciones	43
2.2.5	Almacenamiento y distribución	43
2.2.6	Abastecimiento de medicamentos y material médico quirúrgico	44
2.2.7	Atención al usuario de los centros de atención materno infantil	44
2.3	Evaluación de riesgos	44
2.3.1	Definición de evaluación de riesgo	45
2.3.2	Proceso de gestión de riesgo	45
2.3.3	Matriz de evaluación de riesgos	45
2.3.4	Difusión y formación en gestión de riesgo.....	46
2.3.5	Enfoque de gestión de riesgos Bowtie	46
2.4	Eficiencia en la prestación de servicios	55
3.	METODOLOGÍA.....	58
3.1	Definición del problema	59
3.2	Objetivos.....	60
3.2.1	Objetivo general	60
3.2.2	Objetivos específicos	60
3.3	Hipótesis.....	61
3.3.1	Especificación de variable	61

3.4	Diseño de la investigación	62
3.5	Método científico.....	63
3.5.1	Universo y/o muestra.....	63
3.6	Técnicas de investigación aplicadas	67
3.6.1	Técnicas de investigación documental.....	67
3.6.2	Técnicas de investigación de campo	68
3.7	Procedimiento utilizado para desarrollar la investigación.....	68
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	70
4.1	Diagnóstico inicial de la Política de inventario en centros de atención de Salud Materno infantil	70
4.1.1	Caracterización de modelo de abastecimiento	71
4.1.2	Procedimiento de adquisiciones	73
4.1.3	Procedimiento de recepción de inventario en centros de atención materno infantil.	74
4.1.4	Procedimiento de acomodo de productos en centros de atención materno infantil	77
4.1.5	Procedimiento de preparación de pedidos para venta y consumo hospitalario.....	79
4.1.6	Método o forma para calcular la cantidad de inventario que debe solicitarse	80

4.1.7	Demanda mensual de consumos y ventas de medicamentos y material médico quirúrgico	82
4.1.8	Nivel de servicio actual de medicamentos y material médico quirúrgico	84
4.1.9	Frecuencia de la revisión de existencias para realizar reabastecimiento.....	85
4.1.10	Clasificación ABC de los productos de uso hospitalario.....	85
4.1.11	Costos de obsolescencia	89
4.1.12	Niveles mínimo y máximo de inventario	90
4.1.13	Punto de reorden para realizar un pedido	91
4.1.14	Porcentaje de rotura de stock de inventario disponible.....	92
4.1.15	Número de servicios no atendidos por falta de disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico	95
4.1.16	Cobertura en meses de inventario por artículo	95
4.1.17	Tiempo estimado desde que se coloca una orden de pedido hasta que los productos están listos para utilizados en los centros de atención materno infantil	95
4.1.18	Costos del sistema actual de inventarios	96
4.2	Evaluación de los modelos de sistemas de inventarios en los centros de atención materno infantil	102

4.2.1	Evaluación de modelos de sistemas de sistema de inventarios cuando la demanda es conocida	102
4.2.2	Evaluación del sistema de reposición de inventario cuando la demanda es incierta.....	132
4.3	Componentes de la administración de inventarios	142
5.	ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	144
5.1	Identificación de riesgos	144
5.2	Evaluación de riesgos	144
5.3	Mitigación de riesgos	147
	CONCLUSIONES.....	148
	RECOMENDACIONES	150
	BIBLIOGRAFÍA.....	151
	EGRAFIA.....	155
	ANEXOS.....	158

SIGLAS Y ACRONIMOS

ABC	Clasificación de los inventarios de acuerdo a su importancia en la demanda
BOW TIE	Diagrama en forma de corbata
C	Costo del artículo
CEP	Cantidad económica del pedido
CRT	Costos relevantes totales
D	Demanda
E	Tiempo de entrega en días
I	Tasa de costo de manejo de inventario
JAT	Justo a tiempo
LEAD TIME	Tiempo desde que se coloca una orden hasta que el producto se encuentra disponible para su uso
M	Costos de mantenimiento
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NSE	Nivel de servicio estructural
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
P	valor del inventario de revisión
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo
Q	Cantidad pedida
R	Punto de reorden
RMM	Razón de mortalidad materna
S	Costo de realizar un pedido
TEL	Tamaño económico del lote
VAR	Valor del riesgo

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Sistema de reposición de inventario que se adaptan al modelo de centro de salud materno infantil.....	17
Tabla 2.	Demanda creada	33
Tabla 3.	Análisis de categorías para la identificación de la demanda.....	37
Tabla 4.	Categoría por % acumulada de la demanda promedio.....	38
Tabla 5.	Tabla para las categorías de inventario dos dígitos.....	39
Tabla 6.	Impactos deseados en la cadena de suministro	48
Tabla 7.	Operacionalización de las variables de investigación	62
Tabla 8.	Productos seleccionados para análisis de políticas de inventario.....	67
Tabla 9.	Demanda anual en unidades productos de farmacia y de uso hospitalario.....	82
Tabla 10.	Demanda anual por subgrupo de medicamentos y material médico quirúrgico	83
Tabla 11.	Productos Hospitalarios clasificados como productos A con mayor	86
Tabla 12.	Detalle de productos con pérdidas por obsolescencia.....	90
Tabla 13.	Productos que presentaron rotura de stock	93
Tabla 14.	Costo de colocar una orden de pedido	96
Tabla 15.	Costo de capital anual de la muestra de los cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.....	97

Tabla 16.	Valor promedio del inventario de la muestra de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.....	97
Tabla 17.	Costo de Almacenamiento anual total.....	98
Tabla 18.	Costo de manejo de inventario anual de la muestra de cinco productos hospitalarios considerados como muestra.....	99
Tabla 19.	Tasa de costo de manejo de inventario de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.	99
Tabla 20.	Costo de mantenimiento por unidad de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.	100
Tabla 21.	Costo del sistema actual de inventarios de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.	101
Tabla 22.	Información para análisis de políticas de inventario de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.	103
Tabla 23.	Datos para calcular la política CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable.....	104
Tabla 24.	Cálculo de resultados CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable.....	104
Tabla 25.	Interpretación CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	105
Tabla 26.	Datos para calcular la política CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	107
Tabla 27.	Cálculo de resultados CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.	107

Tabla 28.	Interpretación CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.	108
Tabla 29.	Datos para calcular la política CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml.	110
Tabla 30.	Cálculo de resultados CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml	110
Tabla 31.	Interpretación CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml	111
Tabla 32.	Datos para calcular la política CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades.....	113
Tabla 33.	Cálculo de resultados CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades.	113
Tabla 34.	Interpretación CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades.	114
Tabla 35.	Datos para calcular la política CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.	116
Tabla 36.	Cálculo de resultados CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.	116
Tabla 37.	Interpretación CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.....	117
Tabla 38.	Resumen costos de la política actual de inventarios	119
Tabla 39.	Resumen costos de la política CEP	120
Tabla 40.	Descuentos Ketorolaco Trometamina.....	121
Tabla 41.	CEP con descuentos de precios Ketorolaco Trometamina.....	122

Tabla 42.	Costos relevantes modelo CEP con descuento en precios Ketorolaco	122
Tabla 43.	Descuentos Solución Hartmann.....	123
Tabla 44.	CEP con descuento en precios Solución Hartmann	123
Tabla 45.	Costos relevantes totales CEP con descuento en precios Solución Hartmann	124
Tabla 46.	Descuentos en precio Solución salina	125
Tabla 47.	CEP con descuento en precios Solución salina.....	125
Tabla 48.	Costos relevantes totales CEP con descuento en precios Solución salina.....	126
Tabla 49.	Descuentos en precios Gorro descartable.....	126
Tabla 50.	CEP con descuento en precios Gorro descartable	127
Tabla 51.	Costos relevantes totales CEP con descuento en precios Gorro descartable	128
Tabla 52.	Descuento en precios Venoseth ventilado.....	128
Tabla 53.	CEP con descuento en precios Venoseth ventilado	129
Tabla 54.	Costos relevantes totales CEP con descuento en precios.....	129
Tabla 55.	Datos para obtener el modelo CEP con entrega gradual de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra	130
Tabla 56.	CEP con entrega gradual de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra	131

Tabla 57.	Datos para cálculo de sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.	135
Tabla 58.	Sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.	136
Tabla 59.	Modelo de inventario de revisión periódica (s, S) de los cinco productos considerados como muestra	138
Tabla 60.	Datos para el modelo de revisión de inventarios (P) para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra	140
Tabla 61.	Política de inventarios con el sistema de revisión periódica (P) para los cinco productos considerados como muestra	140
Tabla 62.	Evaluación de riesgos en impacto económico y probabilidad de ocurrencia en los centros de atención materno infantil en la zona uno de la ciudad de Guatemala.	145

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Actividades principales del justo a tiempo.....	31
Gráfica 2. Componentes de los requisitos de calidad en la cadena de abastecimiento.....	36
Gráfica 3. Mapeo de la cadena de suministro	50
Gráfica 4. Retos en la cadena de suministro.....	54
Gráfica 5. Eficiencia en la cadena de suministro.....	55
Gráfica 6. Distribución multinivel	71
Gráfica 7. Diagrama de flujo del proceso actual de adquisiciones en centros de atención materno infantil.....	73
Gráfica 8. Diagrama de flujo del proceso actual de recepción de productos en centros de atención materno infantil.	75
Gráfica 9. Diagrama de flujo del proceso de acomodo de productos en almacén en centros de atención materno infantil.	77
Gráfica 10. Diagrama de flujo del proceso de preparación de pedidos internos en los centros de atención materno infantil.....	79
Gráfica 11. Método para calcular la cantidad de inventario para realizar reabastecimiento de productos para atender la demanda.	81
Gráfica 12. Demanda mensual de la muestra de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.	87
Gráfica 13. Desviación estándar de la demanda de los cinco productos considerados como muestra.	88

Gráfica 14. Costos CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable.....	106
Gráfica 15. Costos CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.	109
Gráfica 16. Costos CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml.....	112
Gráfica 17. Costos CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	115
Gráfica 18. Costos CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.....	118
Gráfica 19. Sistema de revisión periódica y continua.....	133
Gráfica 20. Valores Z distribución normal.....	134
Gráfica 21. Sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija ...	135
Gráfica 22. Modelo de revisión periódica	138
Gráfica 23. Análisis de riesgos en la cadena de suministro en centros de atención materno infantil de la zona uno de la ciudad de Guatemala	146

RESUMEN

La investigación se realizó en el área de salud privada, en el sector materno infantil en la evaluación de las políticas de inventario y su impacto en la óptima disponibilidad de medicamento y material médico quirúrgico. Los centros privados de atención materno infantil son parte fundamental en el sistema de Salud en Guatemala ya que según datos de la última encuesta de Salud Materno infantil el porcentaje de atención en clínica privada (22%), es muy semejante al proporcionado por el sistema público (27%), por lo que es necesario garantizar la eficiente atención por el bienestar tanto de la madre como de los neonatos en dichos centros.

Se consideró una muestra de 4 centros de atención materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, las cuales fueron seleccionados por brindar tanto atención en farmacias como en la atención hospitalaria como componentes de una atención integral materno infantil.

Se realizó un diagnóstico de las políticas actuales de inventario analizando la demanda en sus dos componentes: consumos por procedimientos hospitalarios atendidos, así como también la venta de medicamentos en farmacias. Dentro de la investigación se determinó la importancia de priorizar la atención hospitalaria por ser de mayor impacto en la óptima prestación de servicios tanto a los pacientes y usuarios de los centros de salud.

Esta investigación se realizó con base al método científico en donde se obtuvo una muestra de cinco productos tanto de medicamentos como de material médico quirúrgico para el análisis de costos de las políticas actuales de inventario y su comparación con sistemas de optimización para demanda tanto conocida como demanda incierta.

Los resultados que fueron obtenidos en la investigación realizada se presentan a continuación. Los ahorros que se muestran en la utilización de las políticas de inventario de Cantidad Económica del Pedido (CEP) para los cinco productos considerados como muestra los cuales reflejaron un ahorro que asciende a

Q 350.71 lo cual representa 9% menos con relación a las políticas actuales de la muestra que fue analizada. Realizando una proyección con la política CEP a los 310 artículos de uso hospitalario se tendría ahorros de Q 19,180.32. Adicionalmente se espera eliminar las pérdidas por falta de disponibilidad de inventario por un monto Q 29, 151.53 por año, que sumando las dos cantidades se tiene un ahorro anual de Q 48, 331.85.

Las políticas actuales de inventario en comparación con el modelo de CEP muestran en el 80% de los casos costos cercanos a los óptimos que fueron analizados en los modelos, sin embargo, en el 20% restante se observaron reducciones significativas en los costos anuales de las políticas analizadas debido al aumento en la frecuencia de pedidos reduciendo así las cantidades de inventario.

Con relación a los modelos de Cantidad Económica del Pedido para realizar pedidos tanto de medicamentos como de material médico quirúrgico se garantizan mejoras en los costos totales de las políticas de inventarios mediante su implementación.

La investigación presenta modelos de inventario que contemplan rebaja en precios por volumen o entregas graduales para optimizar los costos de los artículos o las restricciones de espacio.

El resumen de los modelos de inventarios, políticas y elementos de la administración de inventarios contiene información obtenida en la presente investigación. No se consideraron los modelos de descuentos por volumen y entregas graduales por ser una variante del modelo CEP y que no aplica en todos los artículos. (Ver anexo 4).

INTRODUCCIÓN

El sector objeto de estudio en la presente investigación, corresponde a la evaluación de las políticas de inventarios en los centros de atención de salud materno infantil ubicados en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.

El problema de investigación de interés general que ha enfrentado el sector de prestación de servicios de salud privados de atención materno infantil, es el aseguramiento de medicamentos y material médico quirúrgico, para una atención de calidad y de forma oportuna, sin que se vea afectado los costos de los productos y servicios ofrecidos a los clientes y usuarios .El aseguramiento de insumos impacta en los indicadores de país y garantizan al segmento de la población que busca y utiliza los centros privados de atención materno infantil para el cuidado de la Salud como alternativa a la atención proporcionada por el sector gobierno.

También contribuirá al logro del objetivo 3 del desarrollo sostenible “Buena salud” impulsado por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) que destaca la reducción de la mortalidad infantil y el mejoramiento de la salud materna.

La gestión de inventarios en centros de atención de la salud representa un desafío mayor a las actividades de otras industrias, debido a la importancia de evitar faltantes en el inventario puedan afectar la salud de los pacientes y el no contar con los recursos requeridos para un apropiado tratamiento o intervención médica, lo que hace necesario desarrollar herramientas que faciliten el manejo efectivo de las existencias de insumos disponibles para este tipo de servicios.

A la fecha se han realizado estudios enfocados en los centros de atención de la salud materno infantil del sector público o gobierno que servirán de base en esa

investigación. El porcentaje que busca atención de servicios de salud privada es casi la misma proporción de aquellos que utilizan los servicios del sector público.

La propuesta de solución que se ha planteado, consiste en evaluar las políticas de inventario actuales y compararlas con las políticas generadas a través del modelo CEP y los modelos de administración de inventarios con el fin de determinar las cantidades óptimas de pedido y la frecuencia de los mismos.

La justificación de esta investigación desde un punto de vista práctico, permitirá que los resultados en relación a los modelos de inventarios que se adaptan al modelo de atención de la salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, tomando como base información del año 2017, contribuyan como una herramienta de utilidad para realizar eficientemente el abastecimiento de medicamentos y material médico quirúrgico para la adecuada atención a los usuarios, sin afectar los costos de la prestación de servicios.

El objetivo general de la investigación en relación directa con el problema principal, se plantea de la siguiente manera: Analizar las políticas de inventario que justifican el óptimo abastecimiento de medicamentos y material quirúrgico en centros privados de atención de la salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala durante el año 2017.

Los objetivos específicos, de la investigación, fueron los siguientes: se evaluó la política de inventario actual de medicamentos y material médico quirúrgico para la identificación de puntos de mejora en los centros de atención de salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017; se analizaron los modelos de inventarios que aseguren la disponibilidad de medicamentos y material quirúrgico en los centros de atención de la salud materno infantil; se evaluaron los componentes de la administración de inventarios que garantizan la eficiente atención de los centros atención de salud materno

infantil y se valoraron los principales riesgos que se generan por las rupturas de inventario de medicamentos y material médico quirúrgico.

La hipótesis planteada fue: H_i: La selección de una la política de inventarios con base en la optimización de la disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico en los centros de atención de la salud materno infantil, permite el mejoramiento de la eficiencia en la adecuada prestación de servicios.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: el capítulo uno, antecedentes, expone el marco de la investigación; el capítulo dos, se presenta el marco teórico; en tanto que el capítulo tres, la metodología utilizada en la presente investigación.

El capítulo cuatro, define la discusión de resultados, relacionado con la evaluación de políticas de inventario en centros privados de atención de salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.

El análisis de gestión de riesgos en la cadena de suministro se desarrolla en el capítulo cinco.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

En la bibliografía y egrafía se presentan los documentos que sirvieron para la elaboración de la investigación siendo su contenido en lo relacionado a políticas de inventario y la atención de la salud materno infantil.

En los anexos se incluye tablas y gráficas, así como el instrumento utilizado en la investigación de campo, documento de autorización de la investigación entre otros.

1. ANTECEDENTES

El establecimiento de las políticas de inventario en centros de atención de salud presenta mayor desafío en comparación con otras industrias debido a que faltantes de inventario pueden generar problemas relacionados con la salud de las personas por no contar con los recursos necesarios para un tratamiento oportuno. Por la razón antes descrita es necesario implementar herramientas para gestionar un eficiente sistema de abasto en este tipo instituciones.

Aguirre, Ardila, Figueroa y Romero (2015) en su artículo "Parametrización y evaluación de política de inventario (s, Q) en hospitales: Un caso de estudio en la ciudad de barranquilla" construyen estrategias para garantizar el control de inventario en el contexto de centros de atención de la salud en donde se evidencia la necesidad de la implementación de controles debido al riesgo asociado al manejo de inventarios de medicamentos y material médico quirúrgico.

El estudio presenta las siguientes conclusiones: las fluctuaciones de la demanda y variabilidad en los tiempos de reabastecimiento, son razones para el mantenimiento de cantidades de inventario y generan la necesidad de establecer controles e implementar sistemas para la óptima gestión de inventarios.

En el caso de estudio se observó como una formulación adecuada de la política de inventario puede garantizar la disponibilidad de productos bajo condiciones de incertidumbre.

Se identificó que el principal objetivo es la óptima disponibilidad de insumos, sin embargo, es necesario también lograr un balance con los costos asociados al mantenimiento de inventarios.

1.1 Antecedentes de la salud materno infantil

La atención de la salud materno infantil tiene importancia relacionada con el reconocimiento de los derechos humanos de dos grupos de la población que se ven en un estado mayor de vulnerabilidad y por lo tanto deben recibir protección y atención especial, para asegurar el derecho fundamental de todo ser humano de acceso a los servicios de salud.

Algunos elementos básicos que deben ser cubiertos para asegurar la salud materno infantil son: a) disponibilidad de servicios médicos, b) acceso de todos los integrantes de la población materno infantil y c) atención de calidad y profesional en estos servicios.

La salud materno infantil es el reflejo del desarrollo de un país, de su sistema de salud, de la promoción de una vida sana y productiva para madres e hijos, por lo que es necesario que se continúe el esfuerzo por brindar una atención de calidad a la salud materno infantil.

Según la VI encuesta de Salud Materno Infantil (2014 -2015), en Guatemala la razón de mortalidad materna (RMM) estimada es de 140 muertes maternas por cada 100,000 nacimientos vivos para el período 2008-2015. La razón de mortalidad materna representa la probabilidad de que una mujer ya embarazada muera durante el embarazo, el parto o durante los dos meses posteriores, por lo que pone énfasis en el riesgo obstétrico del embarazo y la maternidad.

Los cinco primeros años de vida de cualquier niño niña, son cruciales y determinantes en su capacidad para desarrollarse integralmente en la vida adulta. Sin embargo, para un alto porcentaje de niños estos primeros cinco años son decisivos debido a que deben hacerle frente a la pobreza, desnutrición, enfermedades que son en muchos casos prevenibles y a múltiples amenazas sociales, ambientales y económicas.

En los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) el No. 3 expresa: “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”, la meta para el año 2030 es poner fin a las muertes prevenibles de recién nacidos, logrando que todos los países trabajen y enfoquen sus esfuerzos en reducir la mortalidad neonatal a menos de 12 muertes por 1,000 nacidos vivos y la mortalidad en niños menores de cinco años a menos de 25 muertes por 1,000 nacidos vivos.

A pesar de que se han realizado importantes esfuerzos, continúa siendo un desafío para el sector salud evitar muertes de mujeres y neonatos por causas prevenibles.

1.2 Antecedentes de control de inventarios

Los inventarios se relacionan con el mantenimiento de cantidades suficientes de artículos que garanticen una operación fluida de un sistema de producción o en una actividad comercial. Los inventarios los ha considerado tradicionalmente el comercio y la industria, como un mal necesario: muy poca reserva puede ocasionar costosas interrupciones en la operación del sistema y demasiada reserva puede afectar la ventaja competitiva y el margen de ganancia del negocio

La manera efectiva de administrar los inventarios es minimizar su impacto adverso, encontrando un justo medio entre los dos casos extremos. Este enfoque prevaleció en las naciones industrializadas de occidente hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando Japón implementó con éxito el sistema Justo a Tiempo. Este necesita un ambiente de producción casi sin inventario.

El Justo a Tiempo es más que un sistema de control de inventarios en el sentido tradicional, se trata más bien de una concepción tendiente a eliminar los inventarios, mediante mejoras en la calidad y reducción de desperdicios. Este considera los inventarios como resultado de las deficiencias en los componentes

de la producción tales como el diseño de los productos, control de calidad, selección de equipo, administración de materiales entre otras.

Conocer con precisión la dinámica en la que la demanda se comporta es un factor determinante dentro de todo el proceso de planeación, por lo que una política de inventario al ser un sistema de control de planeación de los requerimientos presentes y futuros de productos, hace que conocer dicha dinámica se convierta en factor esencial y clave para concretizar el proceso de implementación

En la literatura de autores como Handy Taha, Hamid Noori y Schoeder podemos encontrar desarrollados diversos sistemas de control de inventarios, a partir de distintos enfoques en los que la demanda puede ser estudiada y analizada.

En los casos que un artículo tiene comportamiento de la demanda constante y certeza total sobre ella, podemos encontrar modelos como Cantidad Económica de Pedido, el cual considera los costos de aprovisionamiento de los productos, su valor y la demanda promedio, para estimar la cantidad de pedido ideal para satisfacer los requerimientos de producto y las restricciones económicas.

En cuanto a los modelos con demanda probabilística son diversos los estudios y autores que han estudiado la problemática de control de inventarios bajo condiciones de incertidumbre, buscando un balance entre los niveles de stock que se contempla mantener, tomando en consideración todos los costos que implica y la satisfacción del cliente y la calidad de los servicios.

Para poder analizar los efectos de las políticas de inventarios se presentan tres casos de éxito. El primero en una de las cadenas de farmacias más grandes en Estados Unidos CVS que prioriza las actividades de control de inventario de productos básicos. Para estos artículos el tema más importante es la unidad de reposición o tamaño de la orden cada vez que se coloca un pedido. El reabastecimiento corresponde a un arreglo de revisión periódica de una semana.

Para reducir al mínimo la falta de existencias la reposición se hace igual a la demanda de tres semanas o según el histórico transaccional.

En el segundo caso de éxito, Lizardo y Pérez (2017) en su tesis de grado mencionan a Hernández (2007) que realizaron el artículo “Modelo para el manejo eficiente de inventarios en la cadena de abastecimiento del Hospital el Tunal” en el cual desarrollan una metodología para el manejo eficiente de inventarios concluye que, mediante la coordinación de los distintos eslabones de la cadena de suministros, es más exitosa que la optimización individual incluyendo la definición de políticas de inventario.

El tercer caso de éxito Aguirre Lasprilla, S. et. al (2014) exponen en su artículo denominado “Parametrización y evaluación de política de inventario (s, Q) en hospitales: Un caso de estudio en la ciudad de Barranquilla” concluye que es posible observar como la formulación de una adecuada política de inventario es capaz de garantizar disponibilidad de un producto bajo condiciones de incertidumbre, lo que se convierte en factor clave para el éxito en ese tipo de organizaciones.

2. MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico contiene la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación relacionada con la revisión de las políticas de inventario y la atención de los servicios de salud materno infantil y su impacto en la eficiencia en la prestación de servicios.

2.1 Inventario

Taha (1995) presenta en su libro Investigación de operaciones que los inventarios se relacionan con el mantenimiento de cantidades suficientes de bienes, que garanticen una operación sin interrupciones de una actividad comercial. Los inventarios hasta antes de la Segunda Guerra mundial se habían considerado como un mal necesario y prevaleció el concepto de que la única manera efectiva de administrar los inventarios es minimizar el impacto adverso, encontrando un balance entre los dos casos extremos.

Luego de la Segunda Guerra mundial Japón implemento con gran éxito el sistema Justo a tiempo (JAT), este sistema necesita de un ambiente sin producción casi sin inventario con una concepción tendiente a eliminar los inventarios, mediante mejoras en la calidad y reducción de ineficiencias. El JAT considera los inventarios como resultado de las deficiencias en los componentes de la producción, control de calidad, selección de equipo, administración de material, etc. Eliminando estas deficiencias, el proceso productivo puede equilibrarse y la dependencia del flujo de producción de los inventarios, puede minimizarse o eliminarse.

Schroeder (2005) expone en su libro Administración de Operaciones conceptos y casos contemporáneos, que un inventario es una cantidad almacenada de materiales que se utiliza para facilitar la producción, o las demandas del consumidor. En general se pueden clasificar en: materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados. Esta definición se ajusta al punto de vista de las operaciones como un proceso de transformación.

2.1.1 Clasificación de los inventarios por su forma

El inventario se mantiene en tres formas distintas:

2.1.1.1 Inventario de materia prima

Las materias primas son todos aquellos productos que en su estado bruto o sin modificar extraídos de la naturaleza, que sirven como insumo para la fabricación de nuevos materiales o mercancías. Estas materias primas pasan por procesos de transformación en los cuales se le agrega valor para finalmente constituir el producto destinado al cliente (Zapata 2014).

2.1.1.2 Inventario de productos en proceso

Alonso (2016) los define como los que se encuentran en proceso de formación en un centro de actividad determinado y no cabe la posibilidad de su venta.

2.1.1.3 Inventario de producto terminado

Se encuentra ya listo para atender la demanda final (Calderón 2014).

2.1.2 Clasificación de inventarios por su función

Una de las funciones más comunes cumplidas por los inventarios de materias primas, productos en procesos y bienes elaborados es proteger contra la incertidumbre.

2.1.2.1 Inventario de seguridad o de reserva

El inventario de seguridad es el adicional agregado para satisfacer la demanda dispareja, es un amortiguador (Heizer y Render 2009)

2.1.2.2 Inventario de desacoplamiento

Es el que se requiere entre dos procesos u operaciones adyacentes cuyas tasas de producción no pueden sincronizarse, esto permite que cada proceso funcione como se planea (Noori y Radfor 1997).

2.1.2.3 Inventario en tránsito

Garrido y Cejas (2016) citan a Suarez (2012) definiendo que es el inventario utilizado para sostener las operaciones y abastecer los conductos de las empresas con sus proveedores y clientes.

2.1.2.4 Inventario de ciclo

La porción del inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño del lote se le conoce como inventario de ciclo (Carro y González 2000).

2.1.2.5 Inventario de previsión o estacional

Castillo (2005) describe este tipo de inventario cuando una empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante los períodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta.

2.1.3 Clasificación de los inventarios por la naturaleza de la demanda

Por su naturaleza los inventarios se clasifican en:

2.1.3.1 Demanda independiente

La demanda independiente es generada por entes externos a la empresa como los clientes que compran productos terminados que ésta manufactura (Vidal 2010).

2.1.3.2 Demanda dependiente

Se relaciona con la demanda de otro artículo y el mercado no determina independientemente. Cuando los productos se integran de partes y ensambles, las demandas de estos componentes dependen de la demanda del producto final (Schroeder 2004).

2.1.4 Costos de inventario

La decisión de cuánto ordenar implica seleccionar una cantidad que constituya un compromiso entre: 1) mantener inventarios pequeños y ordenar con frecuencia, y 2) mantener inventarios grandes y ordenar de vez en cuando. La primera alternativa produce costos de pedido indeseablemente altos, en tanto que la segunda produce costos de retención indeseablemente altos (Anderson et. al. 2011).

2.1.4.1 Costos del artículo

Se refieren al precio de compra de algún elemento que la empresa adquiera o el costo de un artículo que esta produzca. Para los bienes comprados, el precio total es el precio de la lista más los costos de manejo y envío más impuestos, aranceles y derechos de aduana. Los costos manufacturados incluyen: el costo de las materias primas, la mano de obra y los gastos generales de fabricación (Noori y Radfor 1997).

2.1.4.2 Costos de colocación del pedido

Silver (2008) los define como los incurridos cada vez que se toma una acción de reposición. Es conveniente que se exprese como la suma de un componente fijo independiente del tamaño de la reposición y otro que depende del tamaño del pedido incluyendo el costo de los productos.

2.1.4.3 Costos de mantenimiento

Representa los costos asociados al mantenimiento del inventario hasta que se vende o se usa. Este costo incluye el costo de capital invertido, espacio, seguros, protección e impuestos atribuibles al almacenamiento. Desde otra perspectiva se puede evaluar de manera continua o por período. (Hillier y Lieberman 2010).

2.1.4.4 Costos de Agotamiento (escasez) de existencias

A veces llamado costo de demanda insatisfecha. Surge cuando la cantidad que se requiere de un bien (demanda) es mayor que el inventario disponible. (Hillier y Lieberman 2010).

2.1.5 Política 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 existencia de un artículo aumenta el costo de capital y almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o ventas. El resultado de buscar un nivel de inventario que balancee las dos situaciones extremas minimizando una función de costo apropiada. El problema se reduce a controlar el nivel de inventario diseñando una política que responda dos preguntas: ¿cuánto pedir? y ¿con qué frecuencia?. (Taha 2012).

Sánchez (2015) menciona la siguiente definición: La administración de inventarios en cualquier tipo de empresa comprende dos actividades fundamentales siendo una de las principales el control de los mismos el cual busca conocer con exactitud el estado de los inventarios y la segunda es la gestión de inventarios encaminada a determinar políticas que permitan gestionar adecuadamente el inventario. (Castro, Uribe, y Castro, 2014)

Existen varios modelos de inventario que incluyen métodos de solución de cálculos simples hasta complejas soluciones de programación y matemática.

Taha (1995) define que demanda de los productos puede ser determinista (si se conoce con certeza) o probabilística (la describe una densidad de probabilidad). Una demanda determinista puede ser estática en la cual la tasa de consumo permanece constante en el transcurso del tiempo, o dinámica en donde la demanda se conoce con certeza, pero varía de un período al siguiente.

La demanda probabilística tiene dos clasificaciones análogas: el caso estacionario, en el cual la función de densidad de probabilidad de la demanda se mantiene sin cambio en el transcurso del tiempo; y el caso no estacionario, donde la función de densidad de probabilidad de la demanda varía en el transcurso del tiempo.

Taha (2012) define los siguientes modelos de inventarios:

Modelos deterministas:

- Modelo estático CEP
- Modelo estático con diferentes precios
- Modelo estático de múltiples artículos con limitaciones en el almacén
- Modelo de programación de la producción en N períodos
- Modelo dinámico de CEP de un solo artículo y N períodos

Modelos probabilísticos

- Modelo de revisión continua
- Modelos de un solo período
 - Modelo de demanda instantánea sin costo fijo
 - Modelo de demanda uniforme sin costo fijo

- Modelo de demanda instantánea y costo fijo (política s,S)
- Modelos de múltiples períodos
 - Modelo sin demora que permite satisfacer la demanda pendiente
 - Modelo sin demora en la entrega que no satisface pedidos pendientes
 - Modelo con demora positiva en la entrega que satisface pedidos pendientes
 - Modelo con demora positiva en la entrega que no satisface pedidos pendientes

Luego de que fueron analizados los modelos anteriores se eligieron los que se adaptan a las operaciones de los centros de atención materno infantil tomando en cuenta las condiciones de almacenaje, financieras y operativas que fueron identificadas en el diagnóstico inicial para lo cual se presenta la siguiente tabla:

Tabla 1. Sistema de reposición de inventario que se adaptan al modelo de centro de salud materno infantil

<p>Sistemas de reposición de inventario cuando se conoce la demanda</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cantidad económica del pedido (CEP) ● Cantidad económica del pedido con descuentos por volumen ● Cantidad económica del pedido con entrega gradual
<p>Sistemas de reposición de inventario cuando la demanda es incierta</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sistema (Q, R) de reposición opcional. Estrategia de revisión continua y sistema de reorden con cantidad fija ● Sistema de reposición periódica con punto de reorden con cantidad variable de reposición (s,S) ● Sistema P. Estrategia de revisión periódica y sistema de punto de reorden con cantidad variable

2.1.5.1 Sistemas de reposición de inventario cuando se conoce la demanda

En ciertas situaciones de la empresa puede suponer que se conoce la demanda y es constante. Por ejemplo, la demanda de varios productos puede ser agregada en varios distritos de ventas y en varios períodos. Cuando la demanda es agregada, las variaciones individuales se compensan entre sí. La demanda agregada puede ser relativamente predecible y constante (Noori y Radfor 1997).

El modelo de inventario generalizado para artículos cuya demanda se conoce y es constante es la Cantidad Económica del Pedido (CEP). De acuerdo con Robusté (2005) fue desarrollado en primera instancia por Ford Harris en 1915 y también se le conoce como modelo Wilson por sus aportes en año 1934.

Este modelo calcula la cantidad óptima que debe pedirse o producirse, minimizando los costos de colocación del pedido para el inventario y los costos de manejo de inventarios (Schroeder 2005).

2.1.5.1.1 Modelo cantidad económica del pedido

Cabezas y Suarez (2012) exponen una serie de hipótesis para aplicación

Se basa en las siguientes hipótesis simplificadas:

- La tasa de demanda del artículo es constante ahora y en el futuro. La demanda de un producto no influye en la demanda del otro.
- El artículo se compra por lotes. No existen limitaciones al tamaño de los lotes, y el lote de pedido se recibe en seguida.
- No existe incertidumbre en la demanda, la oferta ni el tiempo de entrega. No se presenta agotamiento de existencias.
- Existen solo dos costos importantes: el costo de mantener el inventario y el costo de colocación del pedido. El costo de mantener una unidad de inventario

durante cierto período no varía con la cantidad mantenida, el costo de colocación no varía con el tamaño del pedido.

Se presenta las ecuaciones del modelo CEP propuestas por Noori y Radford 1997 [19].

$$\text{Costos anuales de mantenimiento} = M \frac{Q}{2} = iC \frac{Q}{2} \quad (1)$$

Donde

- M = costos de mantener una unidad de inventario durante un año (Q)
- i = tasa de costo de manejo de inventario expresada como porcentaje de valor de inventario en dólares por año
- C = costo del artículo por unidad (Q)

Costo de colocación anual del pedido

$$\text{Costo de colocación anual del pedido} = S \frac{D}{Q} \quad (2)$$

Donde:

- S = costo de hacer un pedido (u organizar el proceso) (Q)
- D= demanda anual, en unidades
- Q = cantidad pedida en cada período en unidades

Costos relevantes totales de inventario

$$CRT(Q) = M \frac{Q}{2} + S \frac{D}{Q} \quad (3)$$

Donde:

- CRT= costos relevantes totales de inventario (Q)
- M= costos de mantenimiento de una unidad de inventario durante un año
- Q = cantidad pedida en cada período, en unidades
- S = costo (Q) de hacer cada pedido (u organizar el proceso)
- D = demanda anual en unidades

El valor óptimo de Q se obtiene minimizando CRT (Q) con respecto a Q. Por consiguiente, suponiendo que Q es una variable continua se deduce que:

$$\frac{d CRT(Q)}{dQ} = -\frac{SD}{Q^2} + \frac{M}{2} = 0$$

que proporciona la cantidad pedida óptima como:

$$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}} = \sqrt{\frac{2DS}{iC}} \quad (4)$$

Número promedio de pedidos por año:

$$m = \frac{D}{CEP} = \sqrt{\frac{MD}{2S}} \quad (5)$$

Intervalo promedio de pedidos

$$t = \frac{1}{m} = \frac{CEP}{D} = \sqrt{\frac{2S}{MD}} \quad (6)$$

Donde:

m = número promedio de pedidos por año

D = demanda anual, en unidades

CEP = cantidad económica del pedido en unidades

M = costos de mantenimiento de una unidad de inventario durante un año

S = costo (Q) de hacer cada pedido u organizar el proceso

t = intervalo promedio de pedidos (en fracción de año)

Costos relevantes totales

$$CRT = \sqrt{2DSM} \quad (7)$$

Donde:

CRT : Costos relevantes totales

D : demanda anual en unidades

S : costos de realizar un pedido u organizare el proceso

M : costos de mantenimientos de una unidad de inventario durante un año

Punto de reorden

$$R = \bar{d} E \quad (8)$$

Donde:

R: punto de reorden en unidades

\bar{d} : demanda promedio diaria, en unidades

E: tiempo de entrega en días

2.1.5.1.2 Modelo cantidad económica del pedido con descuentos por volumen

El modelo CEP contempla hipótesis simplificadas que muy pocas veces se cumplen, es por ello que este modelo sirve de base para presentar casos que se adapten más a la realidad.

En algunos casos los proveedores pueden ofrecer descuentos en ordenar grandes pedidos para incentivar al cliente en la compra. Existen variantes de este modelo de políticas de descuento, sin embargo, se presenta el de descuento en todas las unidades.

Hiller y Lieberan (2010) exponen un procedimiento en cuatro pasos para encontrar la CEP con descuentos por cantidad:

1. En el caso de cada costo unitario disponible C_j , use las formulas del modelo CEP para calcular la cantidad óptima de ordenar Q_j .

2. En el caso de cada C_j donde Q_j se encuentre dentro del intervalo factible de cantidades por ordenar para C_j , calcule el costo total correspondiente por unidad de tiempo T_j .
3. En el caso de cada C_j donde Q_j no está dentro del intervalo factible, determine la cantidad por ordenar Q_j que se encuentre en el punto terminal más cercano a Q_j . Calcule el costo total por unidad de tiempo T_j para Q_j y C_j .
4. Compare las T_j que obtuvo C_j y elija la T_j mínima. Después seleccione la cantidad por ordenar Q_j que obtuvo en los pasos 2 o 3 que proporciona esta T_j mínima.

2.1.5.2 Sistemas de reposición de la demanda cuando la demanda es incierta

En la práctica, una de las limitaciones del modelo CEP es la suposición de una demanda constante, sin embargo, se aceptará la existencia de una demanda aleatoria. El resultado será un modelo lo suficientemente flexible para utilizarse en la práctica de la administración de inventarios con demanda independiente (Noori y Radfor 1997).

En el caso de que la demanda no sea constante, la empresa debe recurrir a las dos siguientes opciones:

En primer lugar, la empresa puede revisar continuamente el nivel de inventario y hacer el pedido cuando descienda a un nivel pre establecido (punto de re orden), o revisarlo periódicamente y hacer pedidos cuando se requiera.

2.1.5.2.1 Sistema de revisión continua

La estrategia de revisión continua se realiza en conjunto con un sistema de punto de reorden con cantidad fija. La cantidad de inventario disponible se monitorea

constantemente y contempla solicitudes no ingresadas, pedidos pendientes de despacho o inventario comprometido.

En el sistema de punto de reorden con cantidad fija, se hace un pedido de Q unidades cuando el inventario desciende hasta un punto determinado de reorden, R. De acuerdo a la naturaleza aleatoria de la demanda, el tiempo entre los pedidos varia. Los valores de R y Q se toman como variables independientes de decisión y se determinan con anticipación.

Esta política de revisión continua también se le conoce como sistema (Q,R) o sistema Q.

Se presenta las ecuaciones del modelo Q propuestas Chase et. al. 2009 [5].

$$R = D_E + z_k \sigma_E \quad (9)$$

Donde:

R = punto de reorden en unidades

D_E = demanda promedio durante el tiempo de entrega en unidades

Z_k = puntaje z asociado al nivel de servicio deseado k durante el tiempo de entrega

σ_E = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

$$\sigma_E = \sigma_t \sqrt{\frac{T}{t}} \quad (10)$$

Donde:

σ_T = desviación estándar de la demanda durante el período T

σ_t = desviación estándar de la demanda conocida en el intervalo de tiempo t

T = período, expresado en el mismo intervalo de tiempo σ_t

A continuación, se presenta los datos para el sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija

2.1.5.2.2 Sistema de revisión periódica

La principal característica del modelo de revisión periódica se basa en que las revisiones de inventario se realizan a intervalos de tiempo fijos (por ejemplo, cada mes o cada semana) y no continuamente. De acuerdo a los niveles de inventario en esta revisión puede hacerse o no un pedido de reposición.

2.1.5.2.2.1 Sistema (s,S)

El sistema de reposición opcional que también se le conoce como (s, S). Se solicitan S unidades si el inventario está por debajo de s. En cualquier otro caso no se realiza pedido de reposición de inventario.

Para calcular los valores tanto de S como de s, se utiliza varios métodos y el que se presenta en esta investigación es el que utiliza los valores de (Q,R) determinados en los modelos presentados anteriormente.

Se presenta las ecuaciones del modelo (s,S) propuestas Schroeder 2004 [24].

Donde:

$$s = R \quad (11)$$

$$S = R + Q \quad (12)$$

Estas aproximaciones son de uso común.

2.1.5.2.2.2 Sistema P

El sistema P es una variante del sistema (s,S) de revisión periódica y siempre se realiza una solicitud de inventario con el fin de incrementar el nivel de inventario hasta un máximo preestablecido N.

Se presenta las ecuaciones del modelo P propuestas Schroeder 2004 [24].

Duración del período de revisión (P)

El período de revisión representa el número de días para realizar la siguiente revisión de inventario con el propósito de incrementar el inventario hasta N unidades.

$$P = \frac{CEP}{D} \quad (13)$$

Donde:

CEP = cantidad económica del pedido

D = Demanda diaria

$$N = D_{P+E} + Z_k \sigma_{P+E} \quad (14)$$

Donde:

N = nivel de inventario objetivo, unidades

D_{P+E} = demanda en unidades, durante el período de revisión y el tiempo de entrega

Z_k = puntaje Z asociado al nivel de servicio k

σ_{P+E} = desviación estándar de la demanda durante el período de revisión y el tiempo de entrega.

En caso de que no fuera conocida la desviación estándar en el período combinado $P+E$, debe emplearse esta corrección de la ecuación anterior para aproximar su valor

$$\sigma_{P+E} = \sigma_T \sqrt{\frac{P + E}{T}} \quad (15)$$

Donde:

P = período de revisión

E = tiempo de entrega

t = unidad de tiempo período

Valor de la duración del inventario de revisión (P)

2.1.5.3 Sistema híbridos

Los sistemas híbridos incluyen características de los dos modelos de revisión continua:

- Sistema de inventario base: en este modelo se realiza un pedido de reposición cada vez que se realice se materialice demanda de productos. La cantidad solicitada (Q) debe ser igual a la cantidad retirada. El inventario se debe mantener con un nivel de existencias de base que es igual a la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad.

El nivel de existencias base es igual a la cantidad del punto de reorden en el sistema (Q,R) . Para mantener el inventario R todo el tiempo es necesario variar las cantidades del pedido. El mínimo de inventario que la empresa puede tener para cumplir con un servicio de entrega determinado.

Solamente se mantiene inventario para satisfacer la máxima demanda, con lo cual se solicitan cantidades pequeñas de inventario. Es ideal para artículos muy costosos.

- Sistema de un solo compartimiento: el nivel de inventario máximo se marca en un estante o compartimiento que se llena con periodicidad

Sistema de dos compartimientos: el inventario disponible se almacena en dos compartimientos distintos. El primer compartimiento se utiliza para retirar los artículos hasta agotar existencias. Si el primer compartimiento está vacío, se recurre al segundo para cubrir la demanda. Cuando se agotan las existencias del primer compartimiento se realiza la solicitud de reposición de inventario igual al tamaño del lote.

2.1.6 Administración de inventarios

Los modelos de inventarios consideran principalmente los costos para establecer cuál es la mejor política de inventario para determinado artículo. Sin embargo, existen otros aspectos importantes:

2.1.6.1 Justo a tiempo

El justo a tiempo es una forma de reducir costos y al mismo tiempo satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios. La forma de reducir es producir solo lo necesario, en el tiempo necesario y en la cantidad necesaria. Justo a tiempo está relacionado con flujo de proceso continuo: sin estancamientos y sin desperdicios.

El fundamento principal del Justo a tiempo es la eliminación de desperdicios. Entre los beneficios del Justo a tiempo se encuentran:

- Disponibilidad de productos de acuerdo a la demanda
- Reducción de costos por inventario y almacenaje

Conceptualmente el justo a tiempo contempla no comprar o transportar productos que no se necesitan en el momento, no transportar productos que no se pueden vender en el presente y por último el intercambio inmediatamente los productos fabricados por dinero (ventas o consumos).

El inventario justo a tiempo consiste en una filosofía empresarial que tiene por finalidad eliminar todo aquello que represente desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución, etc. en una empresa.

El sistema justo a tiempo busca minimizar el impacto negativo de las siguientes acciones:

- Los participantes de la cadena logística realizan por separado los pronósticos de la demanda para compra de insumos

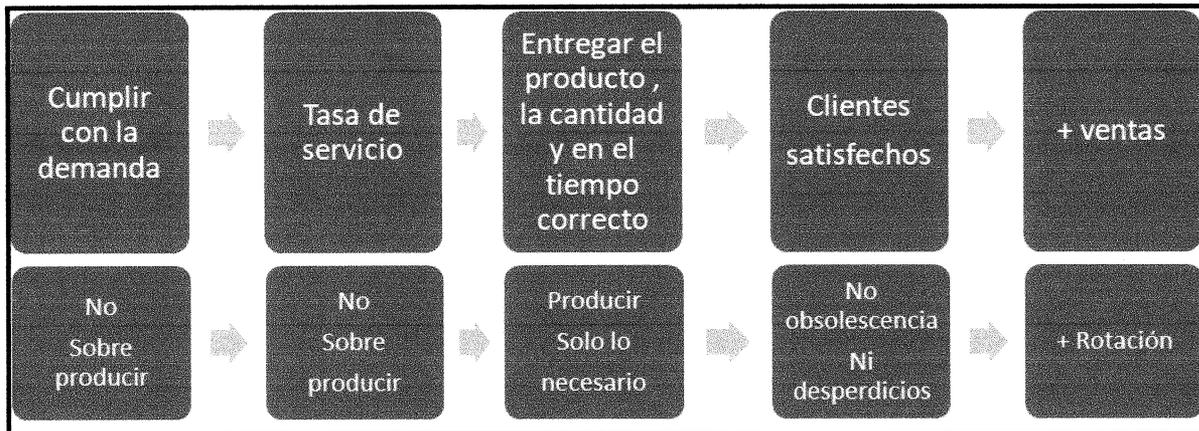
- Utilización de lotes de producción o compra predefinidos
- Fluctuaciones de precios
- Infraestructura deficiente
- Aversión al riesgo por parte de los gerentes de compras

Para reducir estos efectos se debe contemplar:

- Reducir la incertidumbre
- Reducir la variabilidad
- Reducir el tiempo de entrega
- Alianzas estratégicas

El sistema de inventario justo a tiempo no es un medio para que los proveedores hagan demasiadas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes cantidades de existencias o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda.

Gráfica 1. Actividades principales del justo a tiempo



Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso).

En la gráfica 1 se observan las dos líneas de acción del sistema justo a tiempo en las que se muestra que el objetivo de esta estrategia es lograr un aumento de las ventas y también de la rotación de inventarios.

2.1.6.2 Pilares de la gestión de inventarios

La información relevante de inventarios es la siguiente:

- Estado actual del inventario
- Localización
- Antigüedad
- Existencias actuales
- Consumos y ventas por período
- Máximos y mínimos

- Lote óptimo de compra
- Costos actuales

Los pilares de la gestión de inventarios buscan brindar las condiciones óptimas para sostener las operaciones al más bajo costo sin afectar otros componentes como la calidad de productos y nivel de servicio en la atención a clientes y usuarios.

2.1.6.3 Control Max-Max del inventario

El control Max-Max de inventarios se realiza mediante la conceptualización de vender uno, lo cual permite lograr la nivelación de la carga de trabajo. Las piezas pueden fluir por la cadena logística al mismo ritmo que la demanda de los clientes.

2.1.6.4 Demanda de consumos y ventas total

El concepto de demanda total es el siguiente:

La demanda total es la suma de la demanda creada más la demanda real

La demanda real (estable): es la generada por los clientes que se realiza de forma regular y constante.

Tabla 2. Demanda creada

Clasificación	Demanda Creada	Contramedida
Demanda originada a partir de las condiciones de venta	Compra en grandes lotes (una promoción)	Aumento planificado (gradual) del stock para suministrar la demanda futura de la Asociación
	Compra de lotes debido a un descuento por lotes	Sustituir los descuentos por lote, por piezas con precios individuales competitivos
Compra Puntual	Pedido en lotes grandes y con poca frecuencia (pedido del gobierno, flota)	Ampliar el tiempo de espera, con la aprobación del cliente, y realizar un pedido de Demanda Creada al proveedor
	Pedido en lote repentino	Si no se puede ampliar el tiempo de espera, el pedido debe completarse a partir del stock actual
Causas estructurales	Pedidos de poca frecuencia de clientes (pedido semanal, pedido mensual)	Hacer lo que el pedido y la entrega sigan lo más fielmente posible la velocidad de la demanda real (es decir, pedido diario, entrega diaria) para garantizar una logística de piezas sencilla.

Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso).

Demanda creada (fluctuante) es la demanda que no corresponde a un modelo constante y presenta variaciones en el transcurso del tiempo. La demanda creada corresponde a iniciativas para la realización de promociones comerciales, aumento de la demanda por ofertas en el lanzamiento de un producto y otras acciones que generan un incremento inesperado en la demanda que no es sostenible en el tiempo.

2.1.6.5 Alta frecuencia en los pedidos y recibos

Es importante realizar estrategias de compras y logística de abastecimiento más frecuente para minimizar estancamiento de inventario y para atender cambios inesperados de la demanda

2.1.6.6 Ancho y profundidad del inventario

Ancho del inventario: el ancho del inventario se refiere a la cantidad de artículos que se tiene en el catálogo o lista básica para la atención de la demanda de clientes y usuarios.

Si el ancho del inventario es muy angosto se corre el riesgo de no satisfacer las necesidades del cliente, por el contrario, si es demasiado ancho los medicamentos y material médico quirúrgico se acumulan en el almacén con riesgos de pérdidas por caducidad.

Para controlar el ancho del inventario se deben poner en práctica métodos tales como:

- Clasificar las piezas según la demanda y la frecuencia utilizando la clase de control de inventario
- Clasificar las piezas basándose en cualquier característica particular, utilizando la clase de control especial

La profundidad del inventario se refiere a la cantidad de unidades de cada artículo del catálogo o lista básica para la atención de la demanda de clientes y usuarios.

Si la profundidad del inventario es muy angosta se corre el riesgo de no satisfacer las necesidades del cliente, por el contrario, si la profundidad es poca los medicamentos y material médico quirúrgico se acumulan en el almacén con riesgos de pérdidas por caducidad.

Para controlar la profundidad del inventario se utilizan las políticas de inventario determinando datos como la cantidad óptima de pedido e inventario de reserva.

2.1.6.7 Variables a gestionar en almacenamiento

A continuación, se presentan las variables que deben considerarse en la gestión de almacenamiento de medicamentos y material médico quirúrgico en los centros de atención de salud materno infantil

2.1.6.7.1 Productividad

Es la cantidad producida por unidad de recursos utilizados

Se presenta la ecuación propuesta por Chase et. al. 2009 [5].

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Trabajo realizado}}{\text{Recursos utilizados}} \quad (16)$$

A menor recursos utilizados, mayor será la productividad

2.1.6.7.2 Eficiencia

Es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados

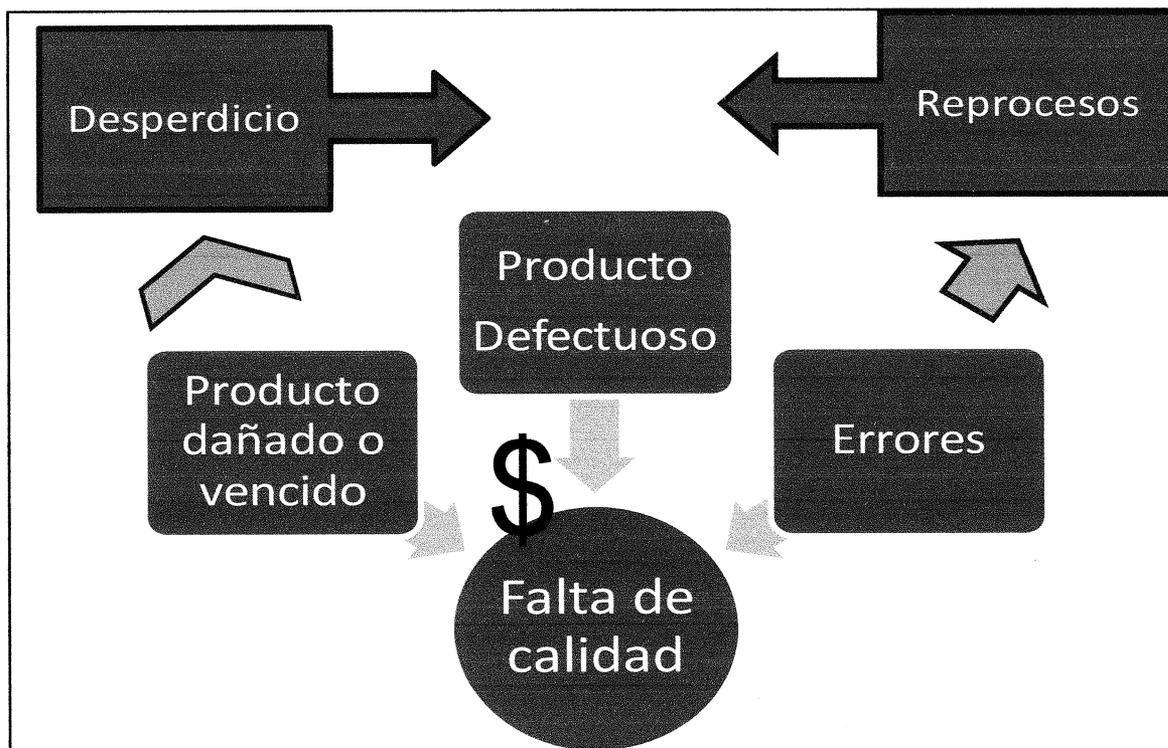
2.1.6.7.3 Seguridad e higiene

Las operaciones deben realizar con seguridad cuidando que en todos los procesos estén los riesgos controlados y todo el personal cuente con el equipo e insumos para evitar accidentes.

2.1.6.7.4 Calidad del sistema

Se define como el grado con el que se cumple un requisito.

Gráfica 2. Componentes de los requisitos de calidad en la cadena de abastecimiento



Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso).

2.1.6.8 Control de inventarios

Este estándar consiste en clasificar los artículos a través del soporte del sistema de acuerdo a su demanda y frecuencia. Se obtienen dos dígitos uno en base a la clasificación de la demanda y el otro en base a la fluctuación de la misma.

Ventajas:

- Fácil de agrupar

- Se aplica una política de stock diferente a cada categoría
- Fácil de supervisar por medio de informes macro

Desventajas:

- Es difícil aplicar la política de stock por productos
- En ocasiones es difícil encontrar las causas reales de los problemas

Procedimiento para configurar las categorías

Identificar el 20% del número de artículos que componen el 80% del volumen de la demanda total

Tabla 3. Análisis de categorías para la identificación de la demanda

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	DEMANDA	PORCENTAJE DEMANDA	ELEMENTOS	PORCENTAJE ELEMENTOS
A	Muy rápido	405114	50%	8	3%
B	Rápido	244499	30%	26	10%
C	Medio	84347	10%	27	10%
D	Lento	58054	7%	56	21%
E	Muy lento	20831	3%	147	56%
		812845		264	

Las categorías A y B deberán cubrir el 80% del volumen de la demanda

Las categorías A y B deberán cubrir el 20% de los elementos

Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso).

Establecimiento de los rangos de la demanda promedio mensual (DPM)

Tabla 4. Categoría por % acumulada de la demanda promedio

CATEGORIA	% ACUMULADO DPM
A	0-70%
B	70%-80%
C	80%-90%
D	90%-95%
E	95%-100%

Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso.

Código de la demanda (Dígito 1)

Código de fluctuación de la demanda (Dígito 2)

Para cada artículo se debe obtener la fluctuación restando la máxima demanda menos la demanda mínima y dividiendo este resultado entre la demanda promedio mensual (DPM), según procedimiento presentado por el Ing. Danilo Monterroso.

Ecuación:

$$\text{Fluctuación de la demanda} = \frac{\text{Max (Demanda)} - \text{Min (Demanda)}}{\text{DPM}} \quad (17)$$

Tabla 5. Tabla para las categorías de inventario dos dígitos

CRITERIO DE DPM ACUMULADA	0 -70%	AA	AB	AC	AD	AE
	70% 80%	BA	BB	BC	BD	BE
	80% 90%	CA	CB	CC	CD	CE
	90% 95%	DA	DB	DC	DD	DE
	95-100%	EA	EB	EC	ED	EE
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-999	
	CRITERIO DE FLUCTUACIÓN					

Fuente: Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso.

2.1.6.9 Clasificación ABC

Es un sistema que clasifica los productos para fijarles un determinado control de existencias para con esto reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. El tiempo y costos que las personas invierten en el control de cada uno de sus productos son incalculables, y de hecho resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo, y en general aquellos que su inversión no es cuantiosa.

Cualquier empresa puede encontrar en este sistema los beneficios de una mejor rotación de los inventarios y los concernientes ahorros en los costos totales del control de inventarios.

No es nada extraño encontrar en los inventarios de una determinada empresa que de un 10 a un 15% del total de sus artículos representen el 70% del dinero invertido en inventario. (Guerrero 2009).

2.1.7 Indicadores de desempeño

Vidal et. al. (2004) realiza la consideración de aspectos fundamentales tales como el ciclo de vida de los productos, la naturaleza del proceso productivo o comercial bajo estudio y los aspectos financieros relacionado con los inventarios. Es muy común el error de medir el desempeño de un sistema de gestión a través de su rotación de inventarios únicamente a costa del nivel de servicio ofrecido al cliente. Por esta razón se debe mantener una generación continua de indicadores de eficiencia que reflejen en conjunto toda la operación del sistema de control de inventarios, tales como:

Los indicadores sirven para evaluar el desempeño de un proceso. También son de utilidad para la mejora del mismo ya que es un parámetro de comparación entre la meta y el desempeño real.

El punto de partida de la mejora es comprender: qué, cómo porqué y cuando medir como lo expresa el Ing. Danilo Monterroso en el curso “Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje”

A continuación, se presentan 3 indicadores relevantes en la administración de inventarios:

Las ecuaciones son las propuestas por el Ing. Danilo Monterroso en el año 2016.

2.1.7.1 Tasa de servicio

Capacidad de atender los productos que son solicitados por consumos y demanda

$$\textit{Tasa de Servicio: } \frac{\textit{Artículos despachados}}{\textit{Artículos que nos solicitaron}} * 100 \quad (18)$$

2.1.7.2 Índice de rotación de inventarios

El índice de rotación de inventarios indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas.

Calculo:

$$\textit{Rotación de inventarios: } \frac{\textit{Ventas}}{\textit{Inventario Promedio}} \quad (19)$$

2.1.7.3 Días de inventario

El indicador días de inventario determina qué período de tiempo promedio la empresa mantiene inventario

Calculo:

$$\textit{Días de inventario: } \frac{\textit{Costo promedio del inventario * (días del período)}}{\textit{Costo neto de la mercancía en el período}} \quad (20)$$

Los componentes de la administración de inventarios que fueron presentados anteriormente impactan significativamente en los resultados esperados de la implementación de las políticas de inventario en los centros de atención materno infantil y a continuación se presentan los resultados que fueron encontrados en los cuatro centros de atención materno infantil.

2.1.8 Mejoramiento del control de inventarios

Históricamente la exactitud en promedio de los inventarios ha sido baja cerca del 60 y 70 %. La tendencia a reducir los inventarios incrementa la necesidad de precisión y oportunidad en los registros de inventario. Para asegurar la exactitud de los registros y que los costos sean mínimos las empresas establecen algunas restricciones, como limitar el acceso a las áreas de almacenamiento, sin embargo, la mayor parte de las inexactitudes se originan al registrar las transacciones de inventario. Las empresas pueden utilizar el código de barras para evitar el error humano o realizando conteos cíclicos identificando con prontitud las causas en otras opciones (Taha 1995).

2.2 Componentes de la atención materno infantil¹

Las definiciones de los componentes de atención materno infantil fueron tomadas de: Guía para la implementación de la atención integrada materna y neonatal calificada con enfoque de género y con pertinencia cultural, en los servicios institucionales de atención del parto 2011.

2.2.1 Definición de atención pre natal

Son los cuidados y acciones que recibe la mujer durante el embarazo identificando tempranamente las complicaciones, los signos de peligro a través del autocuidado y la participación de la familia para lograr un parto en las mejores condiciones de salud para la madre y el niño.

¹ La información de los componentes de la salud materno infantil fue tomada de: Guía para la implementación de la atención integrada materna y neonatal calificada con enfoque de género y con pertinencia cultural, en los servicios institucionales de atención del parto 2011

2.2.2 Objetivos de la atención prenatal

Los objetivos para una adecuada atención prenatal son:

- Promover y mantener la salud física, mental y social de la madre y el niño
- Detectar las señales de peligro o complicaciones, estabilizar y referir oportunamente
- Preparar en conjunto con la madre y la familia un plan de emergencia
- Educar a la madre en lactancia materna, temprana y exclusiva
- Promover el espaciamiento de los embarazos a través de la oferta de métodos de planificación familiar
- Detectar otras enfermedades como: Diabetes, Hipertensión, anemia, desnutrición, etc.

2.2.3 Selección de medicamentos y material médico quirúrgico

Todo centro de atención de la salud materno infantil debe contar con un listado básico para la atención materno neonatal.

2.2.4 Programa de adquisiciones

El programa de adquisición de medicamentos debe considerarse para un período determinado para atender la demanda de los servicios de salud. La adquisición de medicamentos debe realizarse en las cantidades y especificaciones definidas

2.2.5 Almacenamiento y distribución

Los medicamentos deben de conservarse de acuerdo a las condiciones indicadas por el fabricante durante la permanencia dentro del almacén hasta que lleguen al

usuario final garantizando condiciones óptimas para su uso y que puedan ejercer la acción terapéutica deseada.

2.2.6 Abastecimiento de medicamentos y material médico quirúrgico

Las cantidades deben solicitarse de acuerdo a la demanda o según las necesidades de medicamentos y materiales para la adecuada prestación de servicios. Es necesario un responsable para garantizar el resguardo y control de abastecimiento.

Los medicamentos deben cumplir con los requisitos mínimos de almacenamiento según la normativa técnica 34-2002 y 35- 2002 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala

Luego de la evaluación del paciente realizará la prescripción médica de los medicamentos según la impresión clínica. Cuando aplique el área de enfermería solicita al área de farmacia los medicamentos prescritos a través de la receta y luego administra al paciente

2.2.7 Atención al usuario de los centros de atención materno infantil

La atención a los usuarios de los servicios de salud atiende las necesidades brindando una atención de calidad, en un ambiente adecuado y con todas las condiciones acorde a los servicios prestados.

El personal médico capacitado que atiende a los usuarios realizará la evaluación y elaborará la receta con la prescripción de medicamentos. Si es necesario se realizará la referencia de servicio para brindar una mejor atención. La actividad de consejería en planificación familiar se realiza posteriormente al evento obstétrico.

2.3 Evaluación de riesgos

Lyon y Hollcroft (2012) describen las siguientes descripciones en su artículo de Evaluación de riesgos:

Las organizaciones enfrentan una gran variedad de riesgos que pueden afectar su capacidad de lograr ciertos objetivos comerciales y permanecer vigentes. La evaluación de riesgos es un importante y sofisticado proceso utilizado para medir los peligros de una organización de modo que los pueda mitigar y reducir a un nivel aceptable.

2.3.1 Definición de evaluación de riesgo

La evaluación de riesgos tiene tres distintos componentes: a) identificación de riesgos que implica el descubrimiento, reconocimiento y registro de peligros; b) análisis de riesgos que implica la comprensión de las consecuencias y probabilidades existentes y c) evaluación de riesgos que comprenda la comparación de los niveles de peligro y la consideración de controles adicionales.

2.3.2 Proceso de gestión de riesgo

El proceso de gestión de riesgo contempla las siguientes fases:

- a) Establecer el contexto
- b) Identificación de riesgos
- c) Análisis de riesgos
- d) Evaluación de riesgos
- e) Comunicación y asesoría
- f) Supervisión y revisión

2.3.3 Matriz de evaluación de riesgos

Dentro de las técnicas de evaluación de riesgos, se debe seleccionar adecuadamente para obtener los resultados de una organización. Una de las alternativas consiste en utilizar el intercambio de ideas para generar una lista de

inquietudes y riesgos calificados, luego priorizar los peligros utilizando una matriz de riesgos.

2.3.4 Difusión y formación en gestión de riesgo

Una evaluación de riesgos satisfactoria depende de la comunicación eficaz con los involucrados antes, durante y después del proceso; de lo contrario el resultado será poco eficaz. Una buena evaluación de riesgos incorpora a los involucrados e incluye sus opiniones

2.3.5 Enfoque de gestión de riesgos Bowtie

El modelo Bowtie contiene los siguientes elementos:

Riesgo

Riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro, sin embargo, si se juntan se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre.

Enfoque de tres etapas de los riesgos

Las tres etapas de los riesgos según modelo Bowtie son las siguientes:

Etapas 1. Identificación de riesgos

Para iniciar la identificación de riesgos se debe plantear las siguientes preguntas ¿Qué puede salir mal? ¿Qué es incierto? Basándose en la descripción de los procesos de la cadena de suministro, se modelarán las posibles interrupciones que pueden dañar negativamente el rendimiento de las operaciones. El resultado de esta etapa es una lista de riesgos relevantes dentro (internos) y fuera de la cadena de suministros (externos).

La gestión del riesgo de la cadena de suministro es la identificación sistemática, evaluación y mitigación de posibles interrupciones en la red logística con el objetivo de reducir el impacto negativo en el rendimiento de la cadena de suministro.

Valor de la cadena de suministro en riesgo es la suma de probabilidad de eventos de riesgo de impacto monetario de los eventos para todas las funciones de la cadena de suministro.

Ejemplos de riesgos típicos de la cadena de suministros son la escasez de materias primas, fallas de proveedores, aumento de precio de material, averías en la maquinaria, demanda incierta, pronósticos imprecisos, cambio de órdenes y fallas en el transporte.

Otros riesgos que no están directamente relacionadas con la cadena de suministros son: por ejemplo, el riesgo de la calidad del producto o el riesgo de la estrategia de los proveedores o clientes. Por lo tanto, los riesgos de la cadena de suministro son solo una parte de todos los riesgos comerciales, por lo que su gestión debe integrarse en una gestión de riesgo empresarial.

Para la implementación de la gestión del riesgo de la cadena de suministro, tanto el proceso como las responsabilidades deben estar claramente definidas. Los recursos, el personal y el presupuesto deben ser asignados por la alta gerencia. El personal participante debe estar motivado y capacitado.

Impacto en los atributos o métricas de desempeño en la cadena de suministro

Tabla 6. Impactos deseados en la cadena de suministro

Atributo	Impacto deseado
Confiabilidad	El objetivo general es aumentar la confiabilidad de la cadena de suministro y disminuir la variabilidad del cumplimiento de la orden
Sensibilidad	La variabilidad del ciclo de cumplimiento de pedidos se reduce y el tiempo de recuperación de las interrupciones se acorta
Flexibilidad	Debido al proceso proactivo, la cadena de suministro está mejor preparada para cambios repentinos, y por lo tanto es más flexible
Costo	Los costos de logística se reducen a largo plazo
Gestión de inventarios	La variabilidad de los inventarios en la cadena de suministro se reducen

Fuente: Curso Administración de riesgos de la cadena de suministro impartido en la ciudad de Guatemala en 2018, por Cadena de Suministro de México facilitador Ing. David González Chiñas.

La identificación implica crear una lista de eventos potenciales que podrían dañar cualquier aspecto del desempeño de la cadena de suministro. La identificación de riesgos permite a una organización tomar medidas para crear planes para gestionarlos antes de que ocurran eventos inesperados. Esto suele ser más rentable que esperar reaccionar ante eventos adversos cuando estos ocurren.

Entre los principales métodos para la identificación de riesgos están:

- Observación de los problemas históricos: los problemas históricos pueden tener gran probabilidad de repetirse. Estos problemas pueden haber sucedido a la organización misma o a otras.
- Investigar las tendencias de la industria: es posible que otras organizaciones y grupos de la industria ya hayan investigado los riesgos aplicables.
- Lluvia de ideas con un grupo de expertos: las personas con experiencia en diferentes áreas de la organización y cadena de suministro y que posean

muchos conocimientos en la gestión de riesgos, el reunirlos aumenta el intercambio de conocimientos.

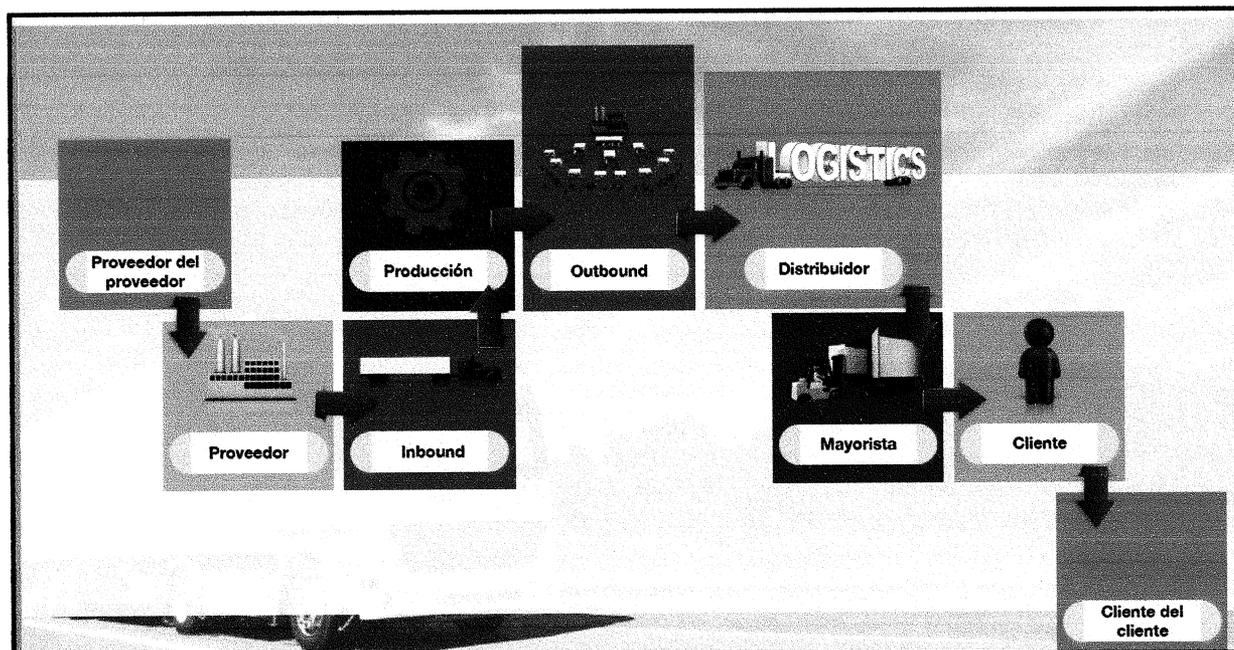
- Mapeo de la cadena de suministros: los mapas visuales de la cadena de suministro revelan estructuras, dependencias y entregas que pueden contener riesgo
- Encuestas de evaluación: las encuestas bien diseñadas pueden ser una forma efectiva de recopilar rápidamente información sobre los riesgos de la cadena de suministro.
- Visitas en sitio: las visitas en sitio a los socios de la cadena de suministro le permiten recopilar información detallada y menos filtrada de los riesgos.
- Listas de verificación de riesgos
- Diagramas causa-efecto y
- Método del camino crítico

En la gráfica 3 se puede observar el mapa de la cadena de suministro que puede analizarse en su sentido más amplio antes y después de las actividades centrales como lo son la gestión de inventarios y la demanda generada por clientes y usuarios.

El alcance de la cadena de abastecimiento abarca monitoreo o supervisión del proveedor del proveedor o al final de la cadena en donde aparecen los clientes de los clientes.

Es muy importante conocer cada uno de los eslabones de la cadena de suministro para analizar las actividades y evaluar los riesgos en cada uno de ellos.

Gráfica 3. Mapeo de la cadena de suministro



Fuente: Curso Administración de riesgos de la cadena de suministro impartido en la ciudad de Guatemala en 2018, por Cadena de Suministro de México facilitador Ing. David González Chifas.

Etapa 2. Evaluación de riesgos

En esta etapa deben plantearse las siguientes preguntas: ¿Cuán probable es que ocurra un determinado incidente potencial? ¿Cuál es el impacto? La probabilidad de ocurrencia y el impacto negativo de cada riesgo en la cadena de suministro se evaluarán de manera cuantitativa y cualitativa. El resultado de esta etapa es la visualización de riesgos con la probabilidad de ocurrencia de dimensión y el impacto negativo.

Proporciona una comprensión de dónde pueden existir los mayores riesgos para priorizar los recursos y mitigar su efecto. Realizar estas evaluaciones implica aclarar la naturaleza del riesgo, comprender las condiciones que pueden conducir al evento, saber con qué frecuencia han ocurrido o cuándo se puede esperar que sucedan, y su impacto potencial.

al evento, saber con qué frecuencia han ocurrido o cuándo se puede esperar que sucedan, y su impacto potencial.

La evaluación de riesgos generalmente se compone de dos medidas de probabilidad y de impacto

- **Probabilidad:** mide la probabilidad de que ocurra un evento. Con probabilidad formal, una probabilidad de 0 significa que el evento nunca ocurrirá y una probabilidad de 1 significa que seguramente ocurrirá. La probabilidad exacta puede ser difícil de determinar a menos que existan datos históricos que se pueden usar para encontrar la frecuencia del evento que ocurre.
- **Impacto:** mide las consecuencias en la organización si el evento ocurre. Se puede medir directamente en Quetzales. También se puede medir en una escala, por ejemplo, de uno a cero, siendo cero muy poca consecuencia negativa y 1 significa un impacto mayor.

Puntuación de riesgo resumida: se puede calcular un riesgo resumido para cada riesgo multiplicando el impacto por la probabilidad para obtener un valor esperado de riesgo. Entonces los riesgos se pueden clasificar por puntaje de riesgo.

Etapas 3. Mitigación de riesgos

En esta etapa se espera resolver a los siguientes cuestionamientos: ¿Cómo se puede controlar y monitorear los riesgos? Las medidas de mitigación incluirán métodos de planificación mejorados, proveedores alternativos, planes de respuesta, infraestructura redundante etc. Después de haber comprobado la relación costo – eficacia de las medidas alternativas deberían elegirse e implementarse las medidas apropiadas. El resultado de esta etapa es el diseño de un plan de acción.

La mitigación de riesgo determina las acciones necesarias para eliminar, reducir o aceptar y monitorear los riesgos. (Plan de mitigación de riesgos).

Plan de mitigación de riesgos.

Estrategias de mitigación de riesgos de abastecimiento.

Pueden incluir

- Múltiples fuentes de suministro
- Acuerdos estratégicos con proveedores/Asociaciones de proveedores
- Relaciones colaborativas con clientes y proveedores
- Planificación de comunicación de crisis.

El término abierto se refiere a la posibilidad de llegar directamente a la persona adecuada (que pueda manejar mejor la información sobre situaciones de crisis) en cualquier parte de la organización.

La coordinación del programa de gestión de riesgos contiene un componente con fuerte énfasis en la cooperación entre los departamentos de la empresa y entre los diferentes socios de la cadena de suministro para gestionar de manera efectiva toda la gama de riesgos en su conjunto.

El establecimiento de reglas del negocio, por ejemplo: prioridad del cliente y prioridad del proveedor, basadas en la minimización del riesgo para la cadena de suministro.

Para ser eficaz esta práctica debe incluir una identificación clara de qué información se necesita de cada socio de la cadena de suministro para reducir el riesgo general y el acuerdo sobre los detalles de intercambio de la información.

Esta práctica se utiliza para reducir el costo total de abasto y al mismo tiempo evaluar el riesgo de suministro en caso de racionalización del negocio, demanda excesiva, incendio, interrupción de las actividades laborales, etc.

El proceso de priorizar partes de la cadena de suministro para el análisis de riesgos en función de su riesgo potencial. La priorización generalmente se basa en la criticidad del componente o producto que fluye a través de una porción de la cadena de suministro hacia el negocio y la cantidad de material que interviene en la cadena.

El monitoreo de riesgo es evaluación continua de la efectividad de un programa de gestión de riesgo en la cadena de suministro. El monitoreo de riesgos generalmente cubre tres aspectos:

1. La exposición al riesgo presente en la cadena de suministro: puede usar la métrica de valor de riesgo.
2. La porción de riesgo activamente mitigada

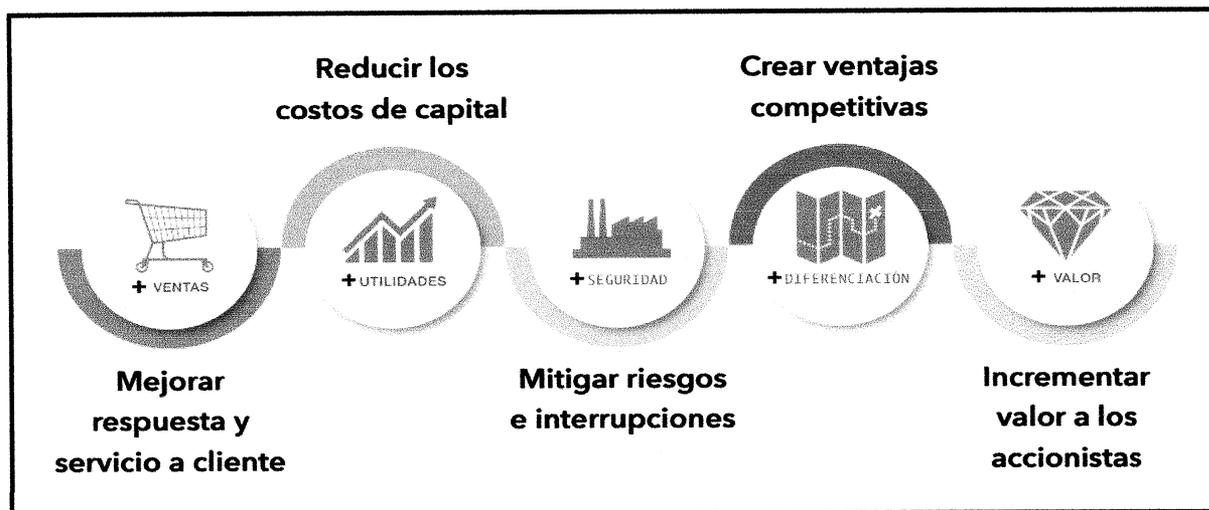
La capacidad de responder y adaptarse a los eventos de riesgo: usar la métrica de tiempo de recuperación.

El no contar con un adecuado control de inventarios puede ser un factor de riesgo o situación no deseada en los centros de atención materno infantil. Controlar los inventarios es fundamental para lograr eficiencia y el cumplimiento de los objetivos financieros y de atención a clientes y usuarios traducidos en nivel aceptable del nivel de servicio.

La probabilidad que ocurra un evento de falta de disponibilidad de productos para la prestación de los servicios y venta debe mitigarse para garantizar la adecuada prestación de servicios en los centros de atención de la salud materno infantil.

Los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en la administración de inventarios son: comprar por debajo de las necesidades o en exceso, no contar con alertas para realizar actividades de reabastecimiento, adquisiciones de productos con baja rotación, pérdidas por caducidad de productos entre otros y que impactan financieramente los centros de atención de la salud materno infantil.

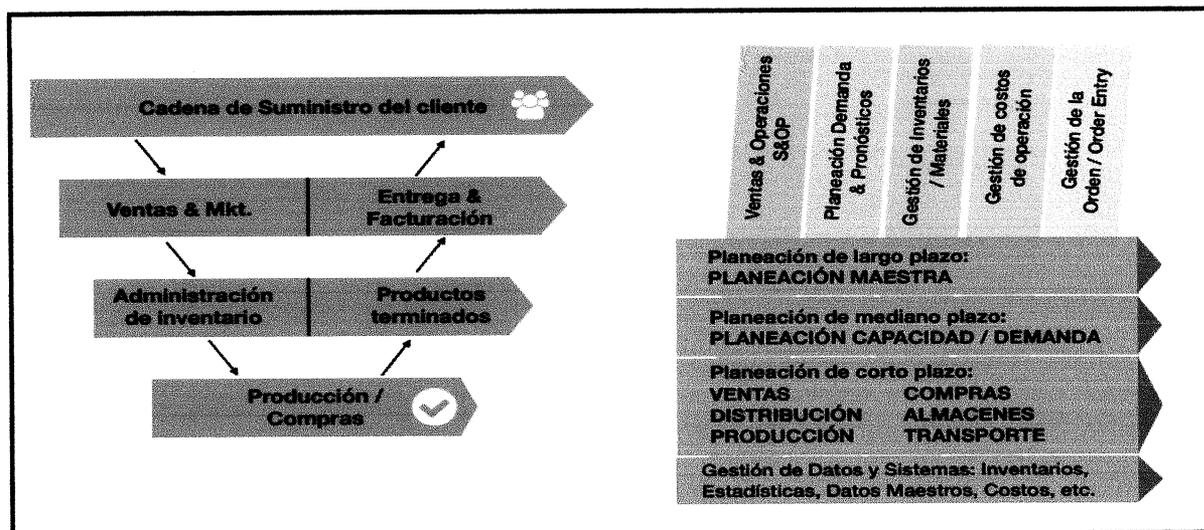
Gráfica 4. Retos en la cadena de suministro



Fuente: Información tomada del curso "Administración de riesgos en la cadena de suministros" en la fecha junio 2018. International training center, impartido por el Ing. David González Chifas de Cadena de suministro Mexico.

La principal función de la gestión de riesgos en la cadena de abastecimiento consiste en proteger o blindar las ventajas competitivas de cada una de las organizaciones para llevar a cabo sin ningún contratiempo o afectar las áreas que la planeación estratégica busca impulsar como lo son el servicio al cliente, maximizar las utilidades, evitar interrupciones del negocio entre otras que se reflejan en la anterior gráfica.

Gráfica 5. Eficiencia en la cadena de suministro



Fuente: Información tomada del curso "Administración de riesgos en la cadena de suministros" en la fecha junio 2018. International training center, impartido por el Ing. David González Chifas de Cadena de suministro Mexico.

La eficiencia en la cadena de suministro está enfocada en el servicio al cliente y se deben realizar todas las actividades se realicen al menor costo posible, con la mayor calidad posible y en el menor tiempo posible.

2.4 Eficiencia en la prestación de servicios

Un producto o un servicio tiene poco valor si no está disponible para los clientes en el momento y el lugar en que ellos desean consumirlo. Cuando una empresa incurre en el costo de mover un producto hacia el consumidor o de tener inventario disponible de manera oportuna, ha creado un valor para el cliente que antes no tenía. (Ballau 2004).

Las cadenas de suministro eficientes son las que emplean estrategias dirigidas a crear la eficiencia de costos más alta. Para lograr estas eficiencias, es necesario eliminar las actividades que no agregan valor, buscar economías de escala, manejar técnicas de optimización para aprovechar al máximo la producción y distribución. También es necesario establecer vínculos de información para

garantizar su transmisión de forma eficiente, precisa y efectiva en costos de toda la cadena de suministro (Chase et al. 2009).

Cuando se analiza el concepto de costos se debe diferenciar entre los percibidos en el corto plazo y aquellos asociados a la falta de calidad del servicio brindado, generalmente percibidos en el mediano y largo plazo, pero no claramente asignables a las causas que los generaron. Por ejemplo: los costos de insatisfacción del cliente que se reflejan en pérdidas de ventas, pérdidas de fidelidad de los mismos, acciones de resarcimiento por el incumplimiento, etc. (Carro y González 2000).

Existe una relación directa entre tener determinadas cantidades de inventario con los costos que esto acarrea, ya que a medida que aumenta la cantidad de materiales en inventario, los costos de la empresa se incrementan debido a que se requiere mayor espacio para almacenamiento, se requiere mayores movimientos entre almacenes, es necesario contratar más seguros y se requiere mayor cantidad de capital entre otros (Zapata 2014).

El nivel de servicio según Carro y González (2000) expresa el cumplimiento representado por los servicios perfectos del objetivo de servicios establecidos y por la cantidad de pedidos del cliente.

A continuación, se presenta la fórmula para calcular el nivel de servicio (NS) que presenta (Zapata 2014).[34].

$$NS = (P/T) * 100 \quad (21)$$

Donde:

NS = nivel de servicio expresado en porcentaje

P = cantidad de servicios perfectos (entregas al cliente interno o externo)

T = cantidad total de servicios del cliente interno y externo

El concepto de entrega perfecta está basado en una definición previa de las tolerancias admitidas en los factores de servicio, dado que se considera perfecta la entrega que se realiza dentro de los límites de tolerancia establecidos. Existen diferencias apreciables en dichas tolerancias sin embargo la tendencia es a reducir considerablemente los márgenes de dichas tolerancias debido a la necesidad de reducción de costos operativos y de lograr el incremento de la satisfacción del cliente (Carro y González 2000).

Zapata (2014) menciona que es importante que se tenga presente que no todos los materiales almacenados en la empresa requieren el mismo nivel de servicio, esto debido a que los niveles de importancia de los materiales, así como la relevación para los clientes puede cambiar. Por lo anterior se requiere fijar diferentes políticas de nivel de servicio para los diferentes productos donde los más comunes son: (Wild 2012).

- El mismo nivel de disponibilidad para todos los productos
- Minimizar el costo total de servicio
- Concentrarse en los clientes más importantes
- Aumentar el nivel de servicio para los productos más sensibles
- Mayor disponibilidad para los productos más rentables
- Mejor servicio para los productos con más rotación, reduciendo el servicio a aquellos que se mueven menos en la empresa.

3. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo que se adaptó a las necesidades detectadas para lograr la definición de objetivos, construcción de un marco teórico, recolección de datos, luego el establecimiento de preguntas, definición de la hipótesis y la determinación de variables, para realizar un análisis estadístico acerca del problema de abastecimiento de medicamentos y material médico quirúrgico y su impacto en la eficiente prestación de servicios en los centros de atención materno infantil de la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

Los eventos que fueron sujetos de investigación se analizaron en un contexto natural es decir que las variables no se harán variar de forma intencional y por lo anterior el diseño fue no experimental.

La delimitación de tiempo establecido en la que se realizó la investigación fue en el año 2017 por lo cual corresponde un diseño no experimental transversal, en donde fueron analizadas las incidencias de las variables en un marco de tiempo puntual.

La investigación de la relación entre las variables que fueron sujetas de estudio se presentan a continuación: a) políticas de inventarios, b) disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico y c) eficiente prestación de servicios, tiene como objetivo proporcionar su descripción para indagar incidencias y realizar comparaciones.

Las técnicas documentales que se utilizaron están las siguientes: visitas de campo, elaboración de cuadros resumen, clasificación y tabulación de la información, revisión de teorías y cuadros comparativos.

3.1 Definición del problema

La definición incluyó la especificación y delimitación con la mayor precisión posible del problema de investigación relacionado con las políticas de inventario para lograr la óptima disponibilidad de medicamentos y material quirúrgico en centros privados de atención de la salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.

La especificación del problema en forma precisa, incluye el tema y subtemas en forma interrogativa, así como la identificación del punto de vista con que se enfocó el problema.

El estudio de investigación se realizó en los centros privados de atención de la salud materno infantil de la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, que se dedican a atender la salud de las mujeres durante el período de gestación, al momento del parto y luego del nacimiento de los niños durante los primeros días después de su nacimiento.

El problema de investigación identificado en los centros de atención materno infantil lo constituyeron las altas cantidades de inventario sin utilizar y también la falta de medicamentos y material médico quirúrgico para la prestación de servicios en los centros de salud derivado de la falta de definición de políticas de inventario.

El mantener bajos niveles de inventario de estos productos significa riesgos en la prestación de servicios y posibles riesgos en la salud de las personas y un alto nivel de inventarios producen problemas de obsolescencia y caducidad, problemas de flujo de efectivo, problemas de espacio y almacenamiento, reducción de margen entre otros, por lo que es indispensable contar con procedimientos y herramientas que garanticen la óptima utilización de recursos.

La propuesta de solución que fue planteada para abordar el problema de investigación financiero en los centros de atención de la salud materno infantil

consistió en analizar las políticas de inventario que se adapten al modelo de atención en los centros de atención materno infantil, sin afectar la situación financiera. También se plantea un modelo de gestión de inventarios para controlar las variables que inciden en los óptimos niveles de medicamentos y material médico quirúrgico y su relación con la eficiencia en atención en la prestación de servicios.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Analizar las políticas de inventario que justifican el óptimo abastecimiento de medicamentos y material quirúrgico en centros privados de atención de la salud materno infantil en la zona 1 del municipio de Guatemala, del departamento de Guatemala, en el año 2017.

3.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la política de inventario actual de medicamentos y material médico quirúrgico para la identificación de puntos de mejora en los centros de atención de salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.
2. Analizar los modelos de inventarios que aseguren la disponibilidad de medicamentos y material quirúrgico en los centros de atención de la salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.
3. Evaluar los componentes de la administración de inventarios que garantizan la eficiente atención de los centros atención de salud materno infantil en la zona 1 de municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.

4. Valorar los principales riesgos que se generan por las rupturas de inventario de medicamentos y material médico quirúrgico en los centros de atención de salud materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el año 2017.

3.3 Hipótesis

La hipótesis planteada fue la siguiente:

Hi: La política de inventarios con base en la optimización de la disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico en los centros de atención de la salud materno infantil permite el mejoramiento de la eficiencia en la prestación de servicios.

3.3.1 Especificación de variable

La especificación de variables de la hipótesis, es la siguiente:

Variable X

Políticas de inventario

Variable Y

Disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico

Variable Z

Eficiencia en la prestación de servicios

Tabla 7. Operacionalización de las variables de investigación

Variable	Dimensión	Definición		Indicador
		Teórica	Operacional	
Políticas de inventario	Cantidad de pedido	Es la cantidad óptima que debe ordenarse cada vez que se realice un pedido (Noori y Radfor 1997).	Número óptimo de unidades a solicitar menos inventario en tránsito menos unidades disponibles	Número de unidades
	Inventario de seguridad	Inventario de seguridad es el que se mantiene para compensar los riesgos de paros no planeados de producción o incrementos inesperados en la demanda (Schroeder 2005).	Número de unidades de inventario	Óptima cantidad de unidades de inventario
	Frecuencia de pedidos	Es el número de veces que se realizan los pedidos en unidad de tiempo (Noori y Radfor 1997).	Número de veces que se realizan actividades con el fin de emitir una orden de abastecimiento	Tiempo
Disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico	Financiera	Costos: productos almacenados, realizar un pedido y obsolescencia (Noori y Radfor 1997).	Sumatoria de los costos	Valor monetario
	Lead Time	Período de tiempo comprendido entre el momento de realizar una orden y el tiempo en el cual el producto está disponible para ser utilizado (Noori y Radfor 1997).	Tiempo promedio utilizado	Número de días
	Días o meses de inventario	Es el número de días que está un producto en la empresa desde el momento en que se compra hasta que se realiza la venta (Noori y Radfor 1997).	Tiempo promedio utilizado	Número de días o meses
Eficiente prestación de servicios	Rotura de Stock	Es la cantidad de demanda solicitada por un cliente no satisfecha por la ausencia de stock (Noori y Radfor 1997).	$R_s = \frac{\text{Cantidad no suministrada}}{\text{Cantidad total solicitada}}$	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

3.4 Diseño de la investigación

La investigación realizada fue no experimental, con enfoque cuantitativo, transversal y correlacional, en donde se analizaron las relaciones de las variables políticas de inventario, disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico y la eficiencia en la prestación de servicios en los centros de atención materno infantil de la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

Las relaciones entre variables fueron utilizadas para dar respuesta a las interrogantes planteadas en la planeación de esta investigación.

3.5 Método científico

El método científico es el fundamento de la presente investigación relacionada con las políticas de inventario en centros de atención de salud materno infantil en la zona 1 ciudad de Guatemala, Departamento de Guatemala, para realizar la investigación de los principales componentes de la gestión de inventarios que garanticen la atención de clientes y usuarios.

Para abordar las variables de las políticas de inventario y sus relaciones con la disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico se utilizó la metodología que proporciona el método científico en la presente investigación cuantitativa, la cual facilitó las tareas para la discusión de resultados.

La unidad de análisis fueron los centros de atención materno infantil que prestan servicios en la zona uno de la ciudad de Guatemala en donde fueron analizadas las políticas de inventario vigentes en el año 2017.

En el modelo de atención de salud del Ministerio de salud pública y asistencia social (MSPAS), no se cuenta con información ni aparece evidencia de los requisitos para la apertura de un centro de este tipo. Sin embargo, el MSPAS cuenta con centros de atención materno infantil cuyo nombre es Centros de atención integral materno infantil (CAIMI).

3.5.1 Universo y/o muestra

La población de los centros de salud fue considerada de la siguiente manera: todos los centros de atención materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

La localización geográfica de la investigación comprende desde la primera hasta la dieciocho calle y de la primera hasta la doce avenida en la zona 1 del municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

Debido a que no fue posible determinar el tamaño de la población por no contar con información oficial del MSPAS, los centros de atención materno infantil fueron seleccionados de acuerdo a los criterios establecidos por un grupo de expertos de la salud materno infantil consultados y de forma aleatoria considerando como aspecto relevante la autorización de los mismos para apoyar la realización de la presente investigación.

Los criterios fueron definidos con la ayuda de un grupo que fue conformado por tres médicos pediatras y dos médicos ginecólogos con experiencia en la salud materno infantil y fue utilizada la técnica Delphi para encontrar esta información. Se realizaron dos rondas y sin contacto entre los expertos seleccionados.

La información conclusiva obtenida fue la siguiente: los centros de atención de la salud materno infantil que atiendan partos, que cuenten con servicios de: ginecología, pediatría, sala de operaciones, farmacias, área de emergencia, servicio de hospitalización, venta de medicamentos, disposición de áreas para bodegas de almacenaje de medicamentos y material médico quirúrgico y que la administración y gestión de inventarios se realice con la ayuda de una herramienta informática.

Considerando el criterio de expertos y su aplicabilidad en los centros de atención materno infantil se obtuvo autorización para que fuera realizada la investigación en cuatro centros ubicados en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

La recolección de la información en los cuatro centros de atención materno infantil fue realizada con base a la guía de entrevista del trabajo de campo que se encuentra en el anexo 1.

En los cuatro centros de atención materno infantil se encontró una demanda de 27,296 unidades durante el año 2017 y corresponde a 628 productos tanto de productos para venta en farmacias como de uso y consumo hospitalario. Luego de

que fue tabulada la información se realizó un proceso para homologar de las descripciones de los artículos con nomenclatura genérica tanto de medicamentos como de material médico quirúrgico.

Debido a la mayor demanda de los productos hospitalarios 82% con respecto a la demanda de productos de venta en farmacias 18% y por la importancia en la atención de la salud materno infantil fueron seleccionados para esta investigación los productos de uso hospitalario.

La demanda de productos de uso hospitalario que fue encontrada corresponde a la cantidad de 310 productos, con los cuales se realizó un análisis de Pareto el cual indica que el 20% de los productos produce el 80% de los resultados.

Como producto de este análisis de Pareto fueron identificados 27 productos que son aproximadamente el 20% del total de productos y con los cuales se atiende el 80 % de la demanda en los centros de atención materno infantil.

Del total de 310 productos hospitalarios fue definida una muestra aleatoria para presentar los análisis de los modelos de inventarios para presentar información resumida y detallada de una muestra representativa y no del total de los datos para evitar duplicidad y redundancia de la información.

La muestra considerada como representativa se calculó con la siguiente ecuación considerando el universo finito.

A continuación, se presenta la ecuación propuesta por (Murray y Larry 2005).

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)} \quad (22)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra correspondiente que se obtendrá para analizar los modelos de inventarios.

Z = 1.96 nivel de confianza (corresponde a valores Z de la distribución normal tipificada) que corresponde al 97.5% de confianza esperada.

p = 0.99 porcentaje de la población que tiene el atributo deseado y en este caso todos los productos hospitalarios necesitan contar con un modelo de inventario que proporcione las políticas para cada artículo

q = 0.01 porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = $1-p$

N = 310 tamaño del universo que son todos los productos que fueron encontrados de uso hospitalario y que fueron considerados de alta importancia en la atención de pacientes y usuarios en los centros de atención de la salud materno infantil.

e = 0.09 representa error de estimación máximo aceptado para que los datos se encuentren dentro del rango

Ingreso de datos:

Los datos utilizados son los siguientes:

N	310
E	0.09
P	0.99
Q	0.01
nivel de confianza (Z) 97.5%	1.96

$$n = \frac{1.96^2 * 310 * 0.99 * 0.01}{0.09^2 * (3210 - 1) + (1.96^2 * 0.99 * 0.01)}$$

Tamaño de la muestra:

$n = 5$

La selección de los 5 productos fue realizada en los siguientes artículos para los cuales se encontró evidencia e información relacionada con: costo del artículo, descuentos por volumen, costos de almacenamiento, historial de demanda, costo de ordenar, tiempo de reabastecimiento y costos de mantenimiento. Esta información es imprescindible en la evaluación de los modelos de inventario.

Los productos que fueron seleccionados como muestra representativa se presentan a continuación.

Tabla 8. Productos seleccionados para análisis de políticas de inventario

Productos
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml
Solución salina 0.9% 100 ml
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades
Venoseth ventilado, unidad

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

3.6 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas son reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico. Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación, se refieren a lo siguiente:

3.6.1 Técnicas de investigación documental

En la presente investigación se realizó una revisión de tipo bibliográfica consultando textos y documentos especializados en los tópicos de políticas de inventario y la atención en centros de salud materno infantil. Las técnicas de

documentación que se utilizaron fueron las siguientes: lectura analítica, cuadros sinópticos y análisis de modelos matemáticos.

3.6.2 Técnicas de investigación de campo

Las técnicas que fueron utilizadas en la investigación son las siguientes:

Observación directa para obtener información de la situación actual de las políticas de inventario en los centros de atención de salud materno infantil. También se realizó análisis de escenarios para poder presentar alternativas a los modelos de inventarios que se analizaron en esta investigación.

Se realizaron cuadros comparativos en donde la información relacionada con las políticas de inventario fue tabulada y analizada a la luz de las teorías de inventario y los datos relevantes fueron presentados en cuadros resumen.

3.7 Procedimiento utilizado para desarrollar la investigación

La presente investigación se realizó en base a una muestra de cuatro centros de atención materno infantil ubicados en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala. Esta muestra fue considerada de acuerdo a la necesidad de contar con información del uso de medicamentos y material médico quirúrgico para cubrir la demanda de clientes y usuarios.

Un grupo de médicos con especialidad en ginecología y pediatría con experiencia en atención de servicios materno infantil definió los parámetros para la población, siendo considerada como una muestra de expertos.

La información que fue recabada utilizando el instrumento de operacionalización de las variables en donde se delimitó la información que finalmente se recolectó para realizar el diagnóstico inicial de las políticas de inventario.

La información de la demanda en estos cuatro centros de atención materno infantil de la zona uno municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, la cual fue

consolidada y considerada como representativa. La información también fue separada en productos de uso hospitalario y de uso en farmacia, también fue separada la demanda en los grupos de medicamentos y material médico quirúrgico para lo cual se estimó una muestra de cinco productos tal como se indicó anteriormente.

Con los cinco productos de uso hospitalario tomados como muestra representativa mencionados anteriormente, se procedió a realizar el análisis de la política actual y la revisión de los modelos de inventarios que tiene como base la cantidad económica del pedido (CEP).

Fue realizado un cuadro comparativo de los costos de las políticas actuales y la política de Cantidad económica del pedido (CEP) y analizados otros modelos que se adaptan a las operaciones de un centro de atención materno infantil

También se realizó una revisión de herramientas para la administración de inventarios para identificar oportunidades de mejora en la administración y gestión y finalmente un análisis de gestión de riesgos en la cadena de abastecimiento para estos centros de atención materno infantil.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo expone los resultados de la investigación relacionados con las políticas de inventarios que se identifican en los centros de atención de salud materno infantil, ubicados en la zona uno ciudad de Guatemala, Departamento de Guatemala con información obtenida del año 2017.

En la primera parte se realizó un diagnóstico inicial para establecer la situación actual de las políticas de inventario e identificar potenciales oportunidades de mejora. Seguidamente se presentaron los modelos de inventarios que se adaptan a las operaciones de los centros de atención materno infantil en donde se identificaron alternativas para una posible implementación.

En la tercera parte se presentaron herramientas para el control de inventarios que puedan ayudar a la mejora en los procedimientos establecidos en los centros de atención materno infantil.

4.1 Diagnóstico inicial de la Política de inventario en centros de atención de Salud Materno infantil

El diagnóstico inicial de las políticas de inventario en los centros de salud de atención materno infantil, evaluó la forma de realizar el control de inventarios, principalmente todo lo relacionado a qué artículos solicitar, cuánta cantidad de inventario solicitar y con qué periodicidad se realizan los requerimientos de inventario.

El diagnóstico inicial se realizó con base a la guía de entrevista de campo que se adjuntó en el anexo 1. Esta herramienta fue trasladada a los encargados de inventario o a las personas que son responsables de inventarios en cada uno de los cuatro centros de atención materno infantil.

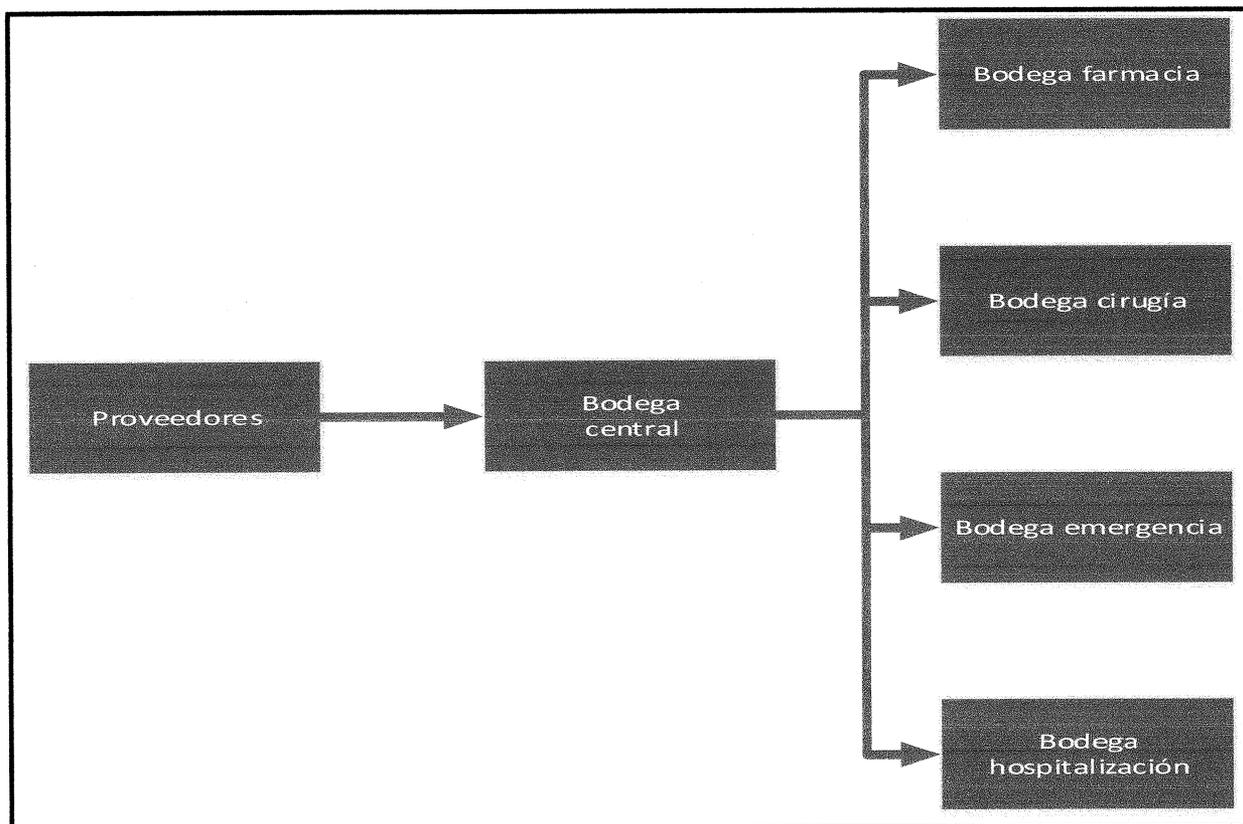
Los datos representan la información que fue recolectada y presentada con una perspectiva de obtener una caracterización del modelo de políticas de inventario

en los cuatro centros de atención materno infantil en la zona 1 de la ciudad de Guatemala.

4.1.1 Caracterización de modelo de abastecimiento

De acuerdo a la muestra obtenida en los cuatro centros de atención de salud materno infantil, se procedió a realizar una caracterización del modelo de abastecimiento tomando en cuenta el modelo de N proveedores un almacén central y N minoristas de acuerdo a la gráfica 2 que se presenta a continuación:

Gráfica 6. Distribución multinivel



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

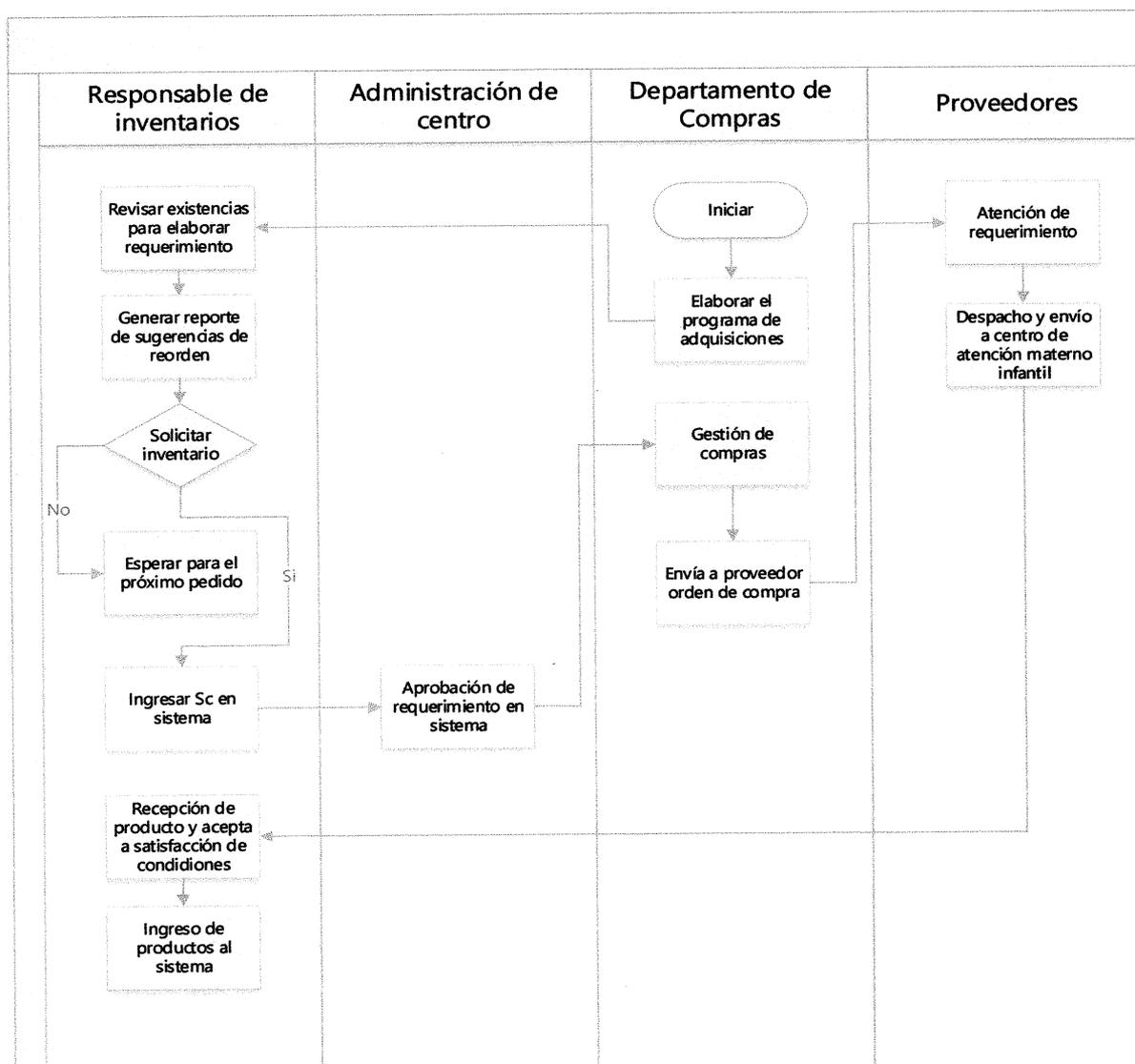
El modelo multinivel es utilizado para abastecer las bodegas de farmacias, cirugía, emergencia y hospitalización en forma centralizada por medio de una bodega central. Esta bodega central recibe los productos y almacena para atender la demanda generada por los consumos y ventas de medicamentos y material clínico.

El modelo de distribución multinivel contempla la suma de la demanda del total de las bodegas y se genera un requerimiento en forma centralizada.

4.1.2 Procedimiento de adquisiciones

El proceso de adquisiciones en centros de atención materno infantil se presenta en la gráfica 7:

Gráfica 7. Diagrama de flujo del proceso actual de adquisiciones en centros de atención materno infantil



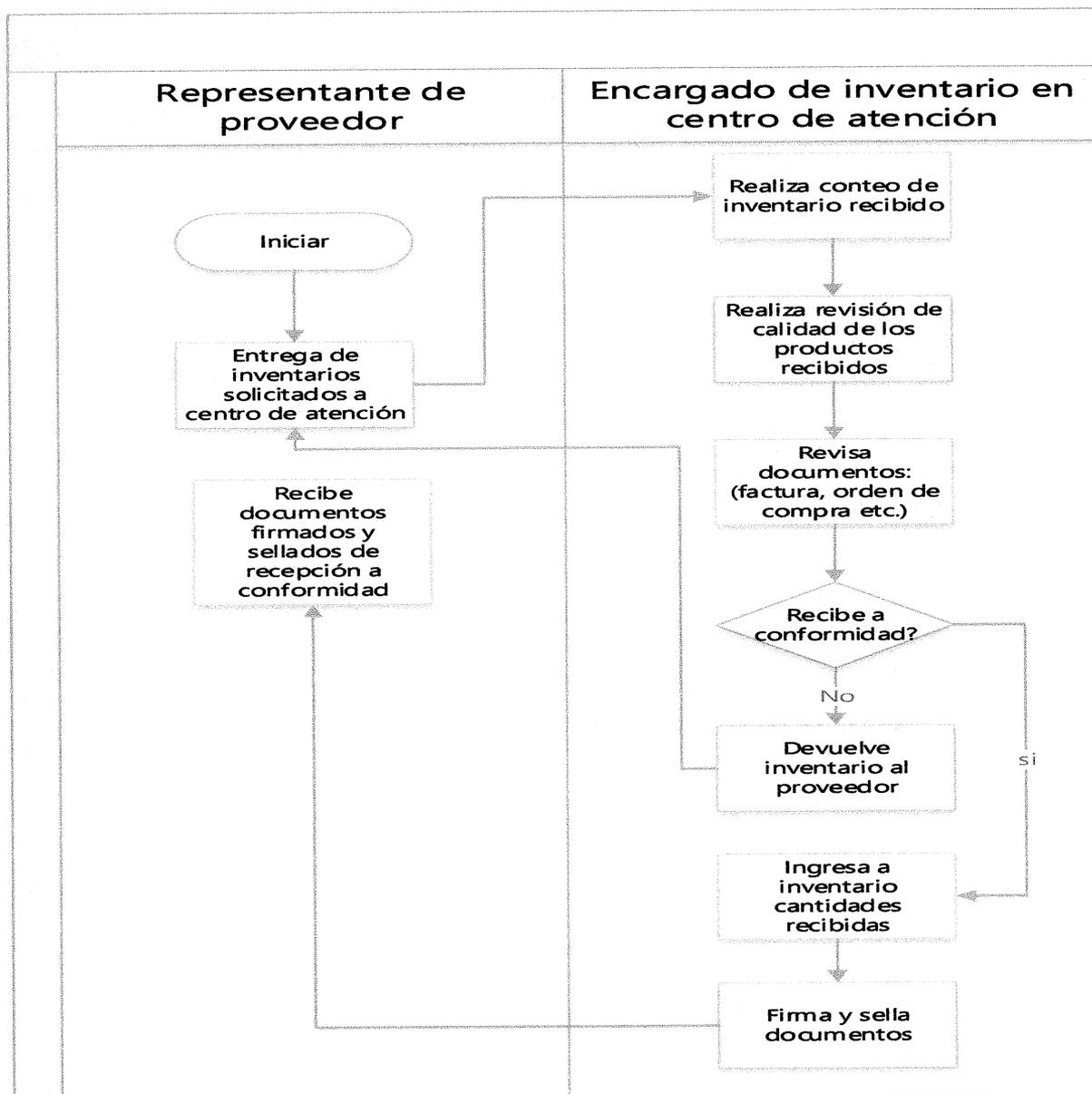
Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica 7 muestra el proceso de adquisiciones en centros de atención materno infantil, el cual se realizó con base a la demanda generada por venta de medicamentos y consumo hospitalario de material médico quirúrgico y se revisa el reporte de reorden en donde se tiene además información histórica de ventas, consumos y datos obtenidos al momento de generar el reporte como lo son cantidad de existencia disponible, cantidades en tránsito y por último una cantidad sugerida para solicitar inventario.

4.1.3 Procedimiento de recepción de inventario en centros de atención materno infantil.

A continuación, se presenta el procedimiento de recepción de inventario en la gráfica No. 8:

Gráfica 8. Diagrama de flujo del proceso actual de recepción de productos en centros de atención materno infantil.



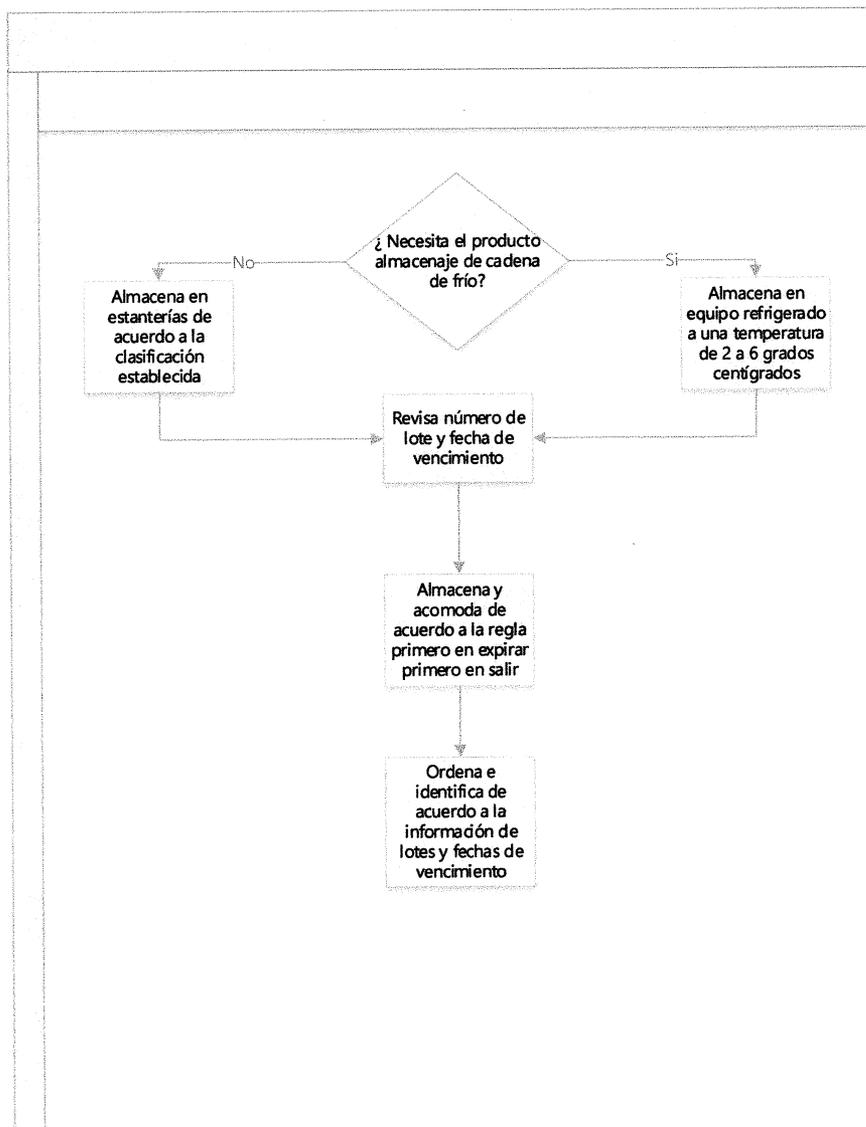
Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 1018.

En el proceso de recepción de productos que se muestra en la gráfica 8, verifica las cantidades de inventario requeridas, así como también la calidad de los

productos. Es muy importante la revisión de lotes y fechas de vencimiento para contar con medicamentos y material médico quirúrgico con los tiempos de caducidad mayores al consumo y ventas promedio mensual. Otro aspecto muy importante en la recepción de productos es la revisión de la temperatura y el seguimiento de la cadena de frío para conservar la calidad y propiedades terapéuticas de los mismos.

4.1.4 Procedimiento de acomodo de productos en centros de atención materno infantil

Gráfica 9. Diagrama de flujo del proceso de acomodo de productos en almacén en centros de atención materno infantil.



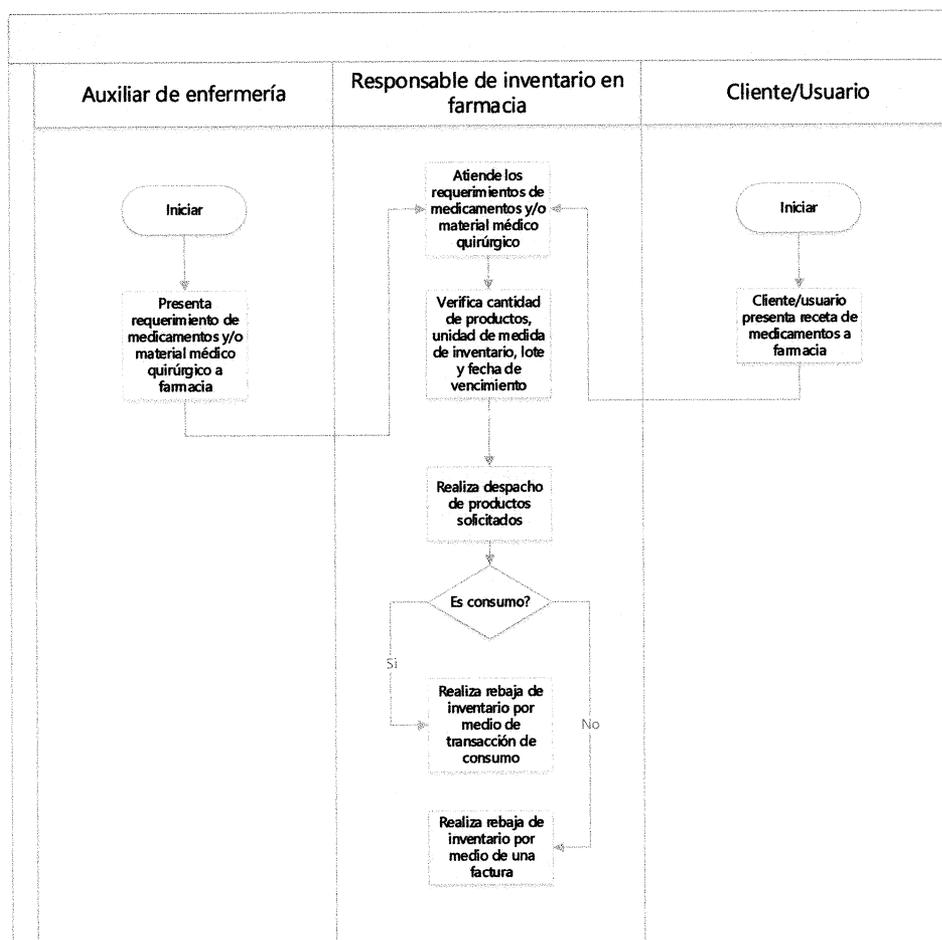
Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada julio 2018.

La actividad de acomodo de productos que se observa en la gráfica 9, en las estanterías del almacén se realiza mediante un sistema de memoria en el cual se tienen identificados cada uno de los productos por medio de etiquetas de información. Actualmente no se cuenta con alguna herramienta informática para visualizar en pantalla la localización del producto. Este sistema está siendo utilizado sin inconvenientes debido a la cantidad de artículos almacenados en los almacenes.

4.1.5 Procedimiento de preparación de pedidos para venta y consumo hospitalario

El diagrama de flujo se presenta en la gráfica 10 que se presenta a continuación:

Gráfica 10. Diagrama de flujo del proceso de preparación de pedidos internos en los centros de atención materno infantil.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Existen dos actividades principales en la rebaja de inventario por facturación. La primera es por transacciones de consumo de productos hospitalarios y la segunda es por actividades de venta en farmacia producto de la receta proporcionada por

los médicos en las cuales los usuarios acuden a la compra de medicamentos principalmente.

4.1.6 Método o forma para calcular la cantidad de inventario que debe solicitarse

La cantidad de inventario que debe solicitarse para realizar reabastecimiento de medicamentos y material médico quirúrgico es una de las partes fundamentales en la definición y cumplimiento de las políticas de inventario.

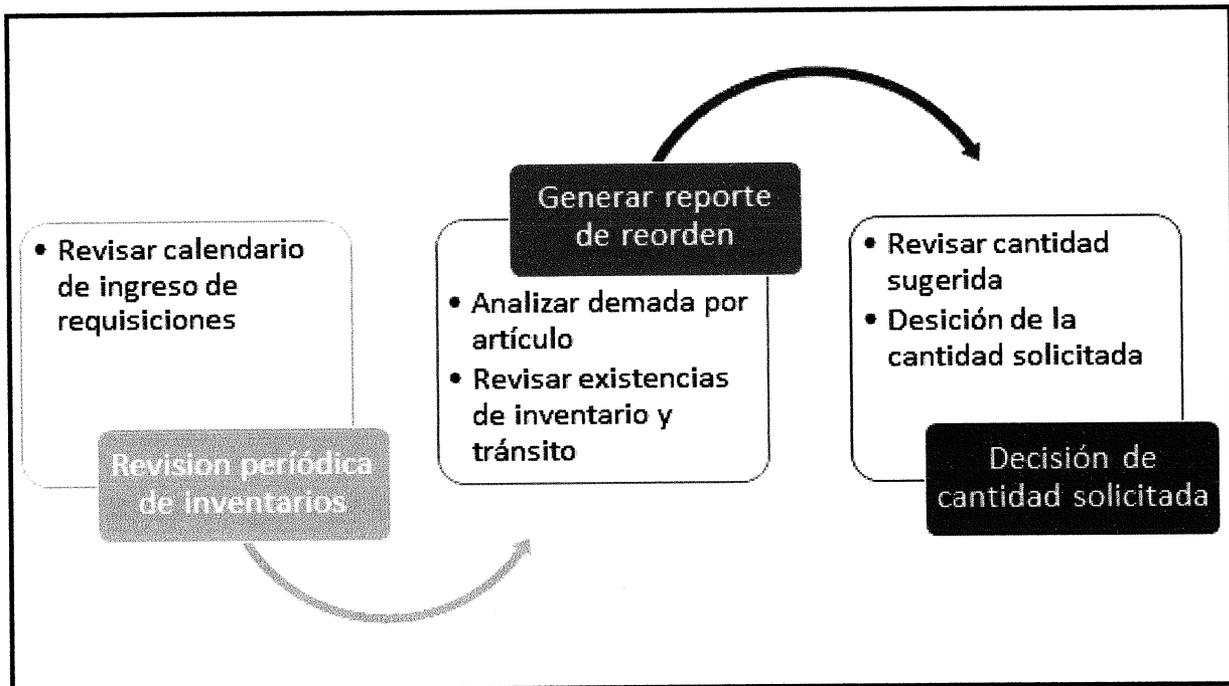
En los cuatro centros de atención materno infantil que fueron estudiados como muestra representativa, se encontró que para calcular la cantidad de inventario a solicitar con el objetivo de realizar el reabastecimiento de cada producto, se llevan a cabo los siguientes pasos detallados divididos en tres fases.

La primera es la revisión periódica de inventarios que consiste en realizar la verificación de inventario disponible y la demanda de los mismos con el objetivo de realizar el reabastecimiento. Este procedimiento se realiza por lo general al finalizar cada mes.

La segunda consiste en elaborar o extraer un reporte con información que contiene: productos, historial de consumos y ventas de 6 períodos anteriores, existencias disponibles, inventario en tránsito, inventario máximo y cantidad sugerida para realizar el reabastecimiento de cada producto.

La tercera y última fase consiste en decidir el monto de la cantidad de producto que será solicitada a los proveedores con el fin de contar con inventario disponible para atender la demanda de todas las áreas de los centros de atención materno infantil.

Gráfica 11. Método para calcular la cantidad de inventario para realizar reabastecimiento de productos para atender la demanda.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Para calcular la cantidad de inventario que debe solicitarse se genera un reporte con el consumo y ventas de los últimos 6 meses, consumo promedio mensual, existencias disponibles, inventario en tránsito, y tomando como base 2 meses del consumo promedio mensual de inventario se realiza el cálculo de la cantidad sugerida a solicitar. El reporte como lo indica es solamente una cantidad sugerida y deberá ser revisada tomando en cuenta eventos como ventas extraordinarias, epidemias, temporalidades de demanda, productos pendientes de rebaja en sistema y cualquier cambio que no contemple la información generada en el reporte de sugerencias de reorden.

El reporte de sugerencias de reorden proporciona información relevante para determinar la cantidad de inventario sugerida a solicitar y no sustituye el análisis

que debe realizarse por el área administrativa en los centros de atención de la salud materno infantil.

4.1.7 Demanda mensual de consumos y ventas de medicamentos y material médico quirúrgico

El análisis de los dos grupos de productos de uso tanto en farmacias como en la atención hospitalaria se presente en el siguiente cuadro, información que fue obtenida con base en la guía de entrevista de campo realizada en los cuatro centros de atención materno infantil que fue tomado como muestra representativa.

Tabla 9. Demanda anual en unidades productos de farmacia y de uso hospitalario

GRUPO	Farmacia	Uso hospitalario
Medicamentos	3,084	2,449
Material médico quirúrgico	1,858	19,905
Total	4,942	22,354

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

De acuerdo a la información recabada se muestra un porcentaje mayor (82%) de productos de uso hospitalario que en la atención de servicios en farmacias (18%). En los centros de atención los productos prioritarios y que no deben faltar debido a que pueden afectar la atención de los pacientes y usuarios son los que se han clasificado como productos hospitalarios. Los productos denominados medicamentos también son importantes, sin embargo, no lo son como los clasificados como de uso hospitalario.

A continuación, se presenta una tabla con información de subgrupos de medicamentos y material médico quirúrgico con la demanda encontrada en el año 2017.

Tabla 10. Demanda anual por subgrupo de medicamentos y material médico quirúrgico

Grupo	Unidades Farmacia	Unidades Hospitalario
Medicamentos	3,084	2,449
Aines/analgésicos	275	619
Anestésicos	0	253
Antibióticos	244	230
Anticoagulantes	0	76
Antiespasmódicos	58	80
Antihipertensivos	3	20
Antimicóticos	164	0
Antiparasitarios	184	8
Antivirales	7	0
Dermatológicos	131	0
Esteroides sistémicos	5	20
Formulas y suplementos nutricionales	42	23
Ginecológicos	329	0
Hormonas y medicamentos endocrinos	347	7
Oxitóxicos	0	82
Sistema cardiovascular	8	1
Sistema circulatorio	0	1
Sistema digestivo	320	195
Sistema genitourinario	83	3
Sistema musculo-esquelético	63	2
Sistema nervioso	0	44
Sistema respiratorio	96	13
Soluciones y electrolitos	17	773
Vacunas	0	0
Vitaminas y minerales	710	0
Material médico quirúrgico	1,858	19,905
Cánulas y tubos	0	26
contenedores	0	18

continua...

Grupo	Unidades Farmacia	Unidades Hospitalario
Dispositivos de punción e incisión	656	2,471
Equipo medico	2	103
Equipo para la administración de fluidos	0	737
Esterilización de instrumental quirúrgico	0	2,350
Higiene y protección personal	74	3,079
Instrumental de video-cirugía	0	67
Material clínico	1,038	1,039
Material de anestesia	0	35
Material de curación	0	23
Material de laboratorio cito patológico	0	32
Material de laboratorio clínico	77	9,051
Material de odontología	0	4
Material radiológico	0	107
Soluciones antisépticas y desinfectantes	0	127
Sondas y drenajes	12	232
Soporte respiratorio	0	5
Suturas y material quirúrgico	0	398
Total	4,942	22,354

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

De acuerdo a la guía de entrevista del trabajo de campo presentado en el anexo 1, se presenta la clasificación correspondiente a los productos que son utilizados para la atención de procedimientos médicos y los productos que son vendidos en las farmacias y su respectiva demanda. Este cuadro presenta información de las subfamilias de artículos de los productos demandados en los centros de atención materno infantil.

4.1.8 Nivel de servicio actual de medicamentos y material médico quirúrgico

El control y administración de inventarios en los centros de atención de la salud materno infantil, debido a los riesgos que pueden ocasionar la falta de

medicamentos o material médico quirúrgico, se enfoca en brindar un nivel de servicio del 100 % en los productos de uso hospitalarios.

Según información obtenida en entrevista los productos distribuidos en farmacias tienen un nivel de servicio entre el 70 y el 80 % debido a que se puede suplir con otras opciones y no representa los riesgos como los de los productos utilizados en los servicios hospitalarios.

4.1.9 Frecuencia de la revisión de existencias para realizar reabastecimiento

Los requerimientos de medicamentos y material médico quirúrgico se realizan de forma mensual y de forma eventual según las necesidades cuando no se tienen existencias disponibles para la atención de los servicios.

4.1.10 Clasificación ABC de los productos de uso hospitalario

Para realizar la clasificación ABC de inventarios tomando en consideración la demanda de los productos, se utilizó el diagrama de Pareto para encontrar el número de productos A que son lo de mayor demanda, B un porcentaje menor y C los productos con menor demanda. A continuación, se presenta el cuadro con los productos clasificados como tipo A:

Tabla 11. Productos Hospitalarios clasificados como productos A con mayor Demanda anual

Item	Producto	Unidades Hospitalario	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	TIPS AMARILLOS, UNIDAD	2,417	10.13%	10.13%
2	PAPEL KRAFT PLIEGO 24 *36 PULGADAS	2,333	9.78%	19.90%
3	AGUJA PARA SISTEMA AL VACIO No.21, UNIDAD	1,642	6.88%	26.78%
4	TIPS AZULES, UNIDAD	1,375	5.76%	32.55%
5	TUBO CON SISTEMA AL VACIO, TAPA ROJA, SIN ANTICOAGULANTE, T	1,300	5.45%	37.99%
6	GORRO DESCARTABLE CELESTE, BOLSA DE 100 UNIDADES	900	3.77%	41.77%
7	TUBO CON SISTEMA AL VACIO, CON EDTA, TAPA MORADA, CON EDT	875	3.67%	45.43%
8	JERINGA DESCARTABLE DE 10 ML 21G 1 ½, UNIDAD	857	3.59%	49.02%
9	BOLSA ROJA PEQUEÑA, UNIDAD	833	3.49%	52.52%
10	MASCARILLA DESCARTABLE, UNIDAD, CAJA DE 50	792	3.32%	55.83%
11	JERINGA DESCARTABLE DE 5 ML 21 G X 1 ½, UNIDAD	734	3.07%	58.91%
12	CONDON DE LATEX, NATURAL, UNIDAD	700	2.93%	61.84%
13	PALETA DE PUNTA CON CERDAS PARA USO ENDO Y EXOCERVICAL	500	2.10%	63.94%
14	KETOROLACO TROMETAMINA, AMPOLLA 60MG/2ML, SOLUCION INY	461	1.93%	65.87%
15	TUBO VACUTAINER S / ANTICOAG TAPON ROJO 10 ML, UNIDAD	400	1.68%	67.55%
16	VENOSETH VENTILADO, UNIDAD	374	1.57%	69.11%
17	RECIPIENTES ESTERILES PARA RECOLECCION DE UROCULTIVOS	321	1.34%	70.46%
18	SOLUCION SALINA 0.9% 100 ML	300	1.26%	71.72%
19	PRUEBA DE EMBARAZO DE SENSIBILIDAD DE 25, (ORINA EN SUERO),	300	1.26%	72.97%
20	GUANTE ESTERIL # 6 1 / 2, PAR	280	1.17%	74.14%
21	BOLSA ROJA GRANDE, UNIDAD	250	1.05%	75.19%
22	GUANTE ESTERIL # 7, PAR	241	1.01%	76.20%
23	CEPILLO CITOLOGICO (CYTO-BRUSH), UNIDAD	233	0.98%	77.18%
24	SOLUCION HARTMANN, SOLUCION INYECTABLE, FRASCO DE 1000 ML	200	0.84%	78.02%
25	SOLUCION CLORURO DE SODIO, SOLUCION INYECTABLE, FRASCO DE	197	0.83%	78.85%
26	JERINGA DESCARTABLE DE 3 ML 23 X 1, UNIDAD	183	0.77%	79.61%
27	JERINGA DESCARTABLE DE 1 ML (TUBERCULINA) UNIDAD	182	0.76%	80.38%

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

De la información de la tabla No. 11, se puede observar que los productos de uso hospitalario son 27 y representan el 80 % de la demanda y por esta razón se utilizó una muestra de este grupo de artículos para analizar las políticas actuales de inventario en los centros de atención materno infantil

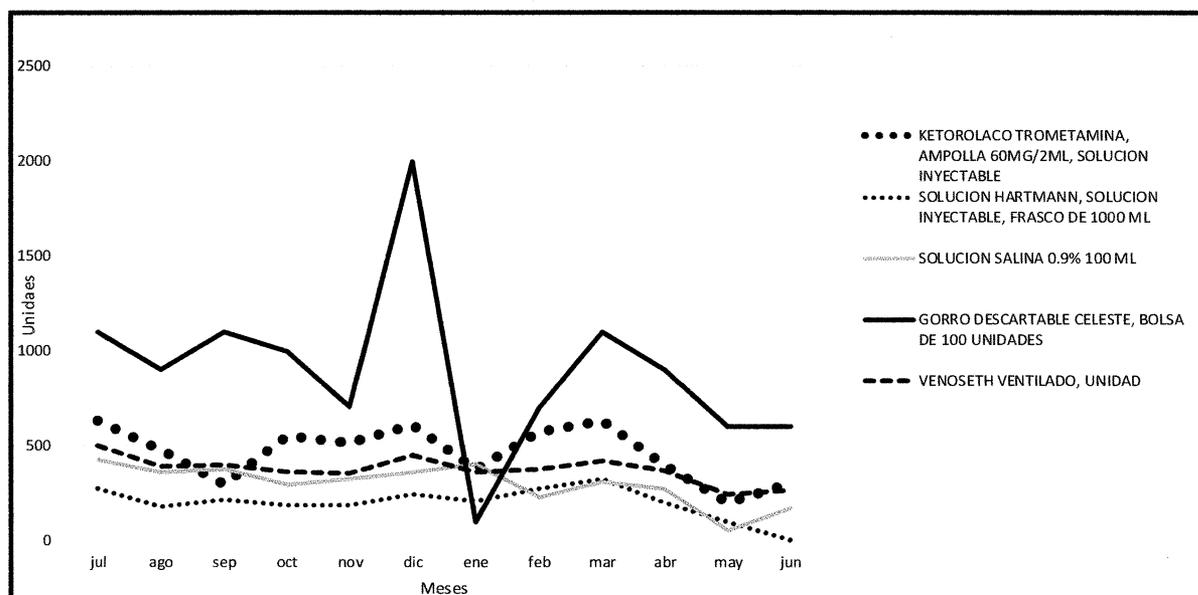
De los 27 productos tipo A fueron seleccionados 5 productos hospitalarios como muestra de acuerdo al procedimiento mostrado en la metodología de la investigación en el capítulo 3. Se seleccionaron como muestra tanto

medicamentos como material médico quirúrgico con el objetivo de observar el comportamiento de las dos subfamilias representadas por los siguientes artículos que se presentan a continuación:

- Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable
- Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml
- Solución salina 0.9% 100 ml
- Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades
- Venoseth ventilado, unidad

A continuación, se presenta la demanda mensual de los cinco productos:

Gráfica 12. Demanda mensual de la muestra de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

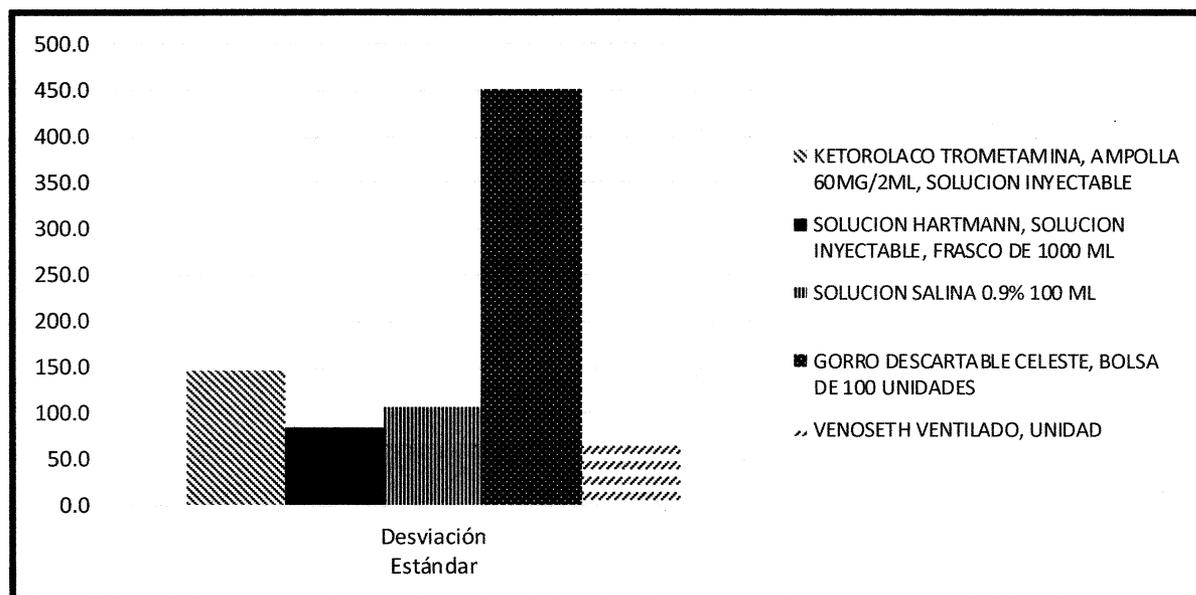


Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

En la anterior gráfica se puede visualizar la demanda mensual de consumos y ventas de los cinco productos hospitalarios seleccionados en la muestra, con el objetivo de responder a la pregunta número dos de la guía de entrevista de trabajo de campo que se muestra en el anexo 1.

La demanda observada en la gráfica 12 corresponde a los cinco productos que fueron tomados como muestra representativa que en el transcurso del tiempo presentaron un comportamiento estable con excepción del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades que muestra una variación a la mitad del período. Con la gráfica 13 que se presenta a continuación se muestra esta variación marcada del producto antes mencionado.

Gráfica 13. Desviación estándar de la demanda de los cinco productos considerados como muestra.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Se consideró relevante la desviación estándar de la demanda debido a que es muy importante este dato con la perspectiva del mantenimiento de unidades de

inventario y cantidades a solicitar por los altos y bajos de la demanda generada por los consumos y ventas de los centros de atención materno infantil analizados.

Se puede observar que para el producto gorro descartable una desviación estándar mucho mayor con respecto a los otros productos. La desviación estándar representa el número de unidades que se puede alejar la demanda con respecto al valor promedio, por lo tanto, este dato representa una baja probabilidad de que este valor de demanda ocurra.

En la gráfica 13 se puede observar una serie de desviaciones que representan una variabilidad en la demanda por lo cual es necesario profundizar en los modelos para demanda de tipo probabilística y la posterior definición de las políticas de inventario acorde a su naturaleza.

4.1.11 Costos de obsolescencia

Debido a que los productos distribuidos en los centros de atención materno infantil poseen fecha de vencimiento, fue necesario cuantificar las pérdidas por productos que llegan a su fecha de caducidad y representan pérdidas por esta causa como fuera contemplado en la pregunta 7 de la guía de la entrevista de campo.

Los costos de obsolescencia durante el año 2017 en la muestra de los centros de atención materno infantil ascienden a Q 22,429.62 y representan un total de 614 unidades, los cuales se presentan a detalle de subfamilias en la tabla número 8 que se muestra a continuación:

Tabla 12. Detalle de productos con pérdidas por obsolescencia

	Valor Total
Anticonceptivos	Q6,451.20
Implantes	Q6,451.20
Medicamentos	Q15,978.42
Dermatológicos	Q4,279.81
Formulas Y Suplementos Nutricionales	Q3,284.89
Sistema Digestivo	Q2,604.95
Sistema Genitourinario	Q1,897.28
Antibióticos	Q1,831.30
Sistema Circulatorio	Q830.32
Antiespasmódicos	Q490.97
Sistema Respiratorio	Q301.59
Aines/Analgésicas	Q228.01
Vitaminas Y Minerales	Q196.83
Antimicóticos	Q32.46
Total General	Q22,429.62

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

No se pudo establecer el valor de los productos que llegaron a su fecha de vencimiento sin haber sido consumidos o vendidos y que representaron pérdidas.

4.1.12 Niveles mínimo y máximo de inventario

La medición de los niveles de inventario en los centros de atención materno infantil se pueden establecer por medio de la cantidad de unidades expresada en términos meses de inventario disponible con respecto al promedio mensual de consumos y ventas realizados en cada centro y tomando en consideración las existencias disponibles y el inventario solicitado que se encuentra en tránsito.

Los niveles mínimo y máximo de inventario que fueron determinados según se planeó en la pregunta número 8 de la guía de la entrevista de trabajo de campo y para ello se realizó una clasificación en la cual se diferenciaron productos de compra local y productos importados, tal como se explica a continuación.

Los productos que fueron comprados en el territorio guatemalteco fueron considerados como compra local. La política actual para el almacenamiento de inventario en los centros de atención materno infantil es la siguiente:

Mínimo: 1 mes de inventario con respecto a la demanda promedio mensual considerando el inventario disponible e inventario en tránsito. Esto significa que las políticas actuales no permiten que en las bodegas tengan existencias de productos con un valor menor a un mes respecto del promedio mensual de la demanda tanto de consumos como ventas.

Máximo: 2 meses de inventario con respecto con la demanda promedio mensual considerando el inventario disponible e inventario en tránsito. Se debe considerar tanto los consumos como las ventas.

Los productos que se adquirieron o que fue realizada la compra fuera del territorio de la república de Guatemala fueron los considerados y clasificados como productos importados y su política de inventarios es la que se presenta a continuación:

Mínimo: 6 meses de existencia con respecto a la demanda promedio mensual considerando el inventario disponible y el inventario en tránsito.

Máximo: 12 meses de existencia con respecto a la demanda promedio mensual considerando el inventario disponible y el inventario en tránsito.

4.1.13 Punto de reorden para realizar un pedido

El punto de reorden representa un nivel de inventario que realizando revisiones continuas de inventario representa un mínimo de unidades de existencia de inventario en el cual bajo esta cantidad de inventario se realiza un pedido para reabastecimiento de una cantidad de inventario establecida en las políticas actuales de inventario.

Se pudo constatar que en los centros de atención materno infantil, en las políticas actuales de inventario se está trabajando un sistema de revisión periódica de inventarios, por lo que no se cuenta con un punto de reorden para realizar un pedido de reabastecimiento según lo que se pudo observar siguiendo la guía de entrevista de trabajo de cambio que fuera planteada en la pregunta número 9.

4.1.14 Porcentaje de rotura de stock de inventario disponible

Debido a que el establecimiento de una política de inventarios en los centros de atención materno infantil incide directamente en la disponibilidad de productos para la atención de clientes y usuarios, fue planteada en la pregunta número 11 en la guía de la entrevista para el trabajo de campo, con el objetivo de determinar cuál fue el impacto en la falta de disponibilidad de productos durante el período estudiado y su cuantificación.

Debido a las interrupciones de existencias de inventario se pudo constatar un impacto financiero y riesgos de falta de calidad en la prestación de servicios.

El porcentaje de rotura de stock se determinó encontrando los artículos que mostraron consumo o venta de unidades y que al final del mes no tenían existencias disponibles. A continuación, se presentan la tabla con la información:

Tabla 13. Productos que presentaron rotura de stock

Producto	unidades
Anticonceptivos	39
De barrera	12
Orales	11
Intrauterino	10
Natural	6
Medicamentos	547
Sistema digestivo	79
Sistema respiratorio	70
Hormonas y medicamentos endocrinos	63
Antibióticos	46
Anestésicos	37
Formulas y suplementos nutricionales	36
Aines/analgésicos	34
Dermatológicos	30
Soluciones y electrolitos	25
Vitaminas y minerales	16
Antimicóticos	14
Esteroides sistémicos	13
Anticoagulantes	12
Sistema musculo-esquelético	11
Ginecológicos	11
Sistema nervioso	9
Sistema genitourinario	9
Antiparasitarios	7
Antiespasmódicos	7
Sistema cardiovascular	7
Antihipertensivos	5
Vacunas	4
Sistema circulatorio	1
Antivirales	1

continua...

Producto	unidades
Material médico quirúrgico	1002
Material de laboratorio clínico	495
Material de odontología	264
Material clínico	60
Suturas y material quirúrgico	33
Instrumental de video-cirugía	30
Material radiológico	27
Material de laboratorio citopatológico	23
Sondas y drenajes	18
Soluciones antisépticas y desinfectantes	12
Equipo medico	12
Dispositivos de punción e incisión	11
Esterilización de instrumental quirúrgico	9
Higiene y protección personal	5
Cánulas y tubos	1
Equipo para la administración de fluidos	1
Contenedores	1
Total general	1588

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

El cuadro anterior muestra que el mayor número de rotura de stock se ha presentado en los productos de material médico quirúrgico, principalmente en la subfamilia de laboratorio. Del anterior cuadro podemos obtener que el porcentaje total de rotura de stock es de 21% ya que de los 7,560 registros revisados un total de 1,588 no se obtuvo existencias disponibles lo cual representa un valor al costo de Q 29, 151.53 de pérdidas por falta de disponibilidad de inventario.

Se pudo observar un alto porcentaje de interrupciones de stock debido al alto porcentaje encontrado en la entrevista de campo, ya que significa una posible pérdida 21 % y también este mismo porcentaje de pacientes y usuarios atendidos.

4.1.15 Número de servicios no atendidos por falta de disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico

En el trabajo de campo no fue encontrada evidencia del número de servicios que no fueron atendidos en los centros de atención materno infantil, ya que no se tiene una estadística que logre establecer este dato por falta de disponibilidad de inventario de medicamentos y material médico quirúrgico. En la entrevista de campo fue recabada información de porcentaje de interrupciones de stock, lo cual genera compras de emergencias como excepciones y por lo general estas no cumplen con los procedimientos establecidos para realizar la gestión de adquisiciones.

Las compras por emergencia presentaron pérdidas de información de la demanda y descontrol transaccional, debido a la falta de registro en el sistema informático. Adicional se incrementaron los costos unitarios de los productos y servicios y por ende se tuvo menor margen en los consumos y ventas de estos productos.

4.1.16 Cobertura en meses de inventario por artículo

La cobertura por artículo no pudo ser determinada por el alto volumen de transacciones por lo que no se cuenta con evidencia.

4.1.17 Tiempo estimado desde que se coloca una orden de pedido hasta que los productos están listos para utilizados en los centros de atención materno infantil

El tiempo promedio que fue utilizado en los centros de atención materno infantil desde que se coloca una orden hasta que el producto se encuentra disponible para ser usado se muestra a continuación

Para productos de compra local el tiempo de abastecimiento es de un rango de 18 días hasta un máximo de 60 días.

Para productos importados se encontró que el tiempo desde que se coloca una orden de compra hasta que los productos se encuentran disponibles para ser utilizados, es de un rango de 180 días hasta un máximo de 270 días.

El tiempo para atender las órdenes de compra es muy grande debido a la poca flexibilidad para atender cambios inesperados en la demanda, por lo que se tiene una oportunidad de mejora para reducir el número de días.

4.1.18 Costos del sistema actual de inventarios

A continuación, se detallan los costos del modelo actual de inventarios que fueron obtenidos en los cuatro centros de atención materno infantil estudiados.

Tabla 14. Costo de colocar una orden de pedido

Concepto	Valor
Sueldos	Q 28,000.00
Materiales e insumos	Q 4,356.00
No de ordenes	1324
Costo por orden	Q 24.44

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

En la tabla 14 se muestra el resultado de la información asociada a los costos que se generan para obtener una orden de la información recabada en los cuatro centros de atención materno infantil y el número de la mismas para determinar el costo de la emisión de cada orden. Según los datos obtenidos el costo para emitir una orden es de Q 24.44.

Los montos asignados por sueldos corresponden al tiempo utilizado por las personas para realizar actividades de colocación de órdenes de compra de los cuatro centros de atención de salud materno infantil durante el año 2017.

No se encontró evidencia para tomar otros costos relacionados con la emisión de la orden por lo que solamente se tomaron en cuenta para el cálculo los datos mostrados en el cuadro anterior.

Tabla 15. Costo de capital anual de la muestra de los cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.

Productos	Inventario promedio	Valor del inventario	Costo de Capital	Total
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	464	Q 29.63	15%	Q 2,061.60
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	200	Q 14.40	15%	Q 432.16
Solución salina 0.9% 100 ml	300	Q 4.88	15%	Q 219.47
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	900	Q 0.20	15%	Q 27.09
Venoseth ventilado, unidad	374	Q 3.52	15%	Q 197.64

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

En la tabla 15 se muestran los cálculos del costo de capital anual relacionados con el inventario promedio. Se calculó de la siguiente manera:

La ecuaciones de los costos fueron presentadas por (Noory y Radford 1997).[20].

$$\text{Costo de capital anual} = \text{Inventario promedio} * \text{valor del inventario} * \text{costo de capital} \quad (23)$$

El valor del costo de capital del 15% fue proporcionada por el área financiera de los cuatro centros de atención materno infantil. Debido a que no se encontró evidencia en todos los centros este dato fue generalizado tomando en cuenta la información obtenida corresponde a un alto porcentaje de la demanda en unidades.

Tabla 16. Valor promedio del inventario de la muestra de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

Productos	Inventario promedio	Valor del inventario	Total
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	464	Q 29.63	Q 13,744.02
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	200	Q 14.40	Q 2,881.07
Solución salina 0.9% 100 ml	300	Q 4.88	Q 1,463.16
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	900	Q 0.20	Q 180.58
Venoseth ventilado, unidad	374	Q 3.52	Q 1,317.60

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

El valor total de inventario se ha calculó de la siguiente manera:

$$\text{Valor promedio del inventario} = \text{Inventario promedio} * \text{valor de inventario} \quad (24)$$

El concepto de costo de inventario promedio se consideró debido a que puede representar un valor estimado por medio del registro entradas y salidas de inventario.

Tabla 17. Costo de Almacenamiento anual total

Concepto	Total
Alquileres	Q 16,140.00
Seguros	Q 3,499.00
Gatos administrativos	Q 3,456.00
Total	Q 23,095.00

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

Los costos relevantes por año de almacenamiento se describen en la tabla 17. proporcionados por los cuatro centros de atención materno infantil.

Los costos de almacenamiento incluyen otros como son: energía eléctrica, gasto telefónico, costos por demoras, daños y pérdidas, desperdicios, sin embargo, no fueron considerados debido a que no se encontró evidencia de los mismos y según información obtenida no representan un gasto considerable en las actividades que corresponden al almacenamiento.

El costo de almacenamiento por cada producto se calculó multiplicando el costo total de almacenamiento de Q 23,095.00 por el porcentaje de la demanda de cada artículo que se muestra en la tabla 17 mostrada anteriormente.

Tabla 18. Costo de manejo de inventario anual de la muestra de cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

Productos	Costo de capital anual	Costo de almacenamiento Anual	Total
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Q 2,061.60	Q 446.23	Q 2,507.84
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Q 432.16	Q 193.64	Q 625.80
Solución salina 0.9% 100 ml	Q 219.47	Q 290.34	Q 509.81
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Q 27.09	Q 871.01	Q 898.10
Venoseth ventilado, unidad	Q 197.64	Q 362.28	Q 559.92

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

El costo de inventario anual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Costo de manejo anual} = \text{Costo de capital anual} + \text{costo de almacenamiento anual} \quad (25)$$

El costo de manejo anual está determinado por la suma de estos dos costos para poder establecer el total de costo de manejo por año.

Tabla 19. Tasa de costo de manejo de inventario de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.

Productos	Costo de manejo anual	Valor promedio de inventario	Tasa de costo de manejo
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Q 2,507.84	Q 13,744.02	0.18
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Q 625.80	Q 2,881.07	0.22
Solución salina 0.9% 100 ml	Q 509.81	Q 1,463.16	0.35
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Q 898.10	Q 180.58	4.97
Venoseth ventilado, unidad	Q 559.92	Q 1,317.60	0.42

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

La tabla anterior muestra la tasa de costo de manejo de inventario se encuentra de acuerdo a la siguiente ecuación:

La ecuación fue presentada por (Noory y Radford 1997).[20].

$$Tasa\ de\ costo\ de\ manejo\ de\ inventario\ (i) = \frac{Costo\ de\ manejo\ anual}{Valor\ promedio\ de\ inventario} \quad (26)$$

La tasa de manejo anual se obtiene dividiendo el costo de manejo de inventario anual entre el valor del inventario promedio. Esta tasa se muestra como un índice.

Tabla 20. Costo de mantenimiento por unidad de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.

Productos	Tasa de costo de manejo	Costo unitario	Costo de mantenimiento por unidad
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	0.18	Q29.63	Q5.33
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	0.22	Q14.40	Q3.17
Solución salina 0.9% 100 ml	0.35	Q4.88	Q1.71
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	4.97	Q0.20	Q0.99
Venoseth ventilado, unidad	0.42	Q3.52	Q1.48

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en el año 2017.

La tabla anterior muestra el costo de mantenimiento por unidad y su valor se encuentra definido por la siguiente ecuación:

La ecuación fue presentada por (Noory y Radford 1997).[20].

$$Costo\ de\ mantenimiento\ por\ unidad = Tasa\ de\ costo\ de\ manejo * Costo\ unitario \quad (27)$$

El costo de mantenimiento por unidad representa uno de los dos costos relevantes que fueron considerados para determinar el valor del costo relevante total anual de inventario.

Tabla 21. Costo del sistema actual de inventarios de la muestra de cinco productos hospitalarios que fueron considerados como muestra.

Productos	Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Solución salina 0.9% 100 ml	Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Venoseth ventilado, unidad
Costos de mantenimiento por unidad	Q5.33	Q3.17	Q1.71	Q0.99	Q1.50
Nivel promedio de inventarios	464	200	300	900	374
Costos de mantenimiento anuales	Q2,473.12	Q634.00	Q513.00	Q891.00	Q559.42
Costo por pedido	Q24.44	Q24.44	Q24.44	Q24.44	Q24.44
Pedidos por año	12	12	12	12	12
Costos anuales de colocación de pedido	Q293.28	Q293.28	Q293.28	Q293.28	Q293.28
Costos totales	Q2,766.40	Q927.28	Q806.28	Q1,184.28	Q852.70

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

La tabla anterior muestra el resumen de los costos del sistema actual de inventarios en el cual se consideran en promedio 12 pedidos al año y el costo de mantenimiento anual por unidad y multiplicado por el valor promedio de inventario.

El costo relevante de mantenimiento anual solamente consideró el valor promedio de unidades inventario, porque en el transcurso del tiempo se espera que la demanda genere una reducción o salida de inventario en la misma proporción, es decir que el dato promedio realmente represente el número de unidades disponibles.

Los resultados de las políticas actuales de inventario son los siguientes:

- El reabastecimiento se realiza en forma mensual
- No se tiene contemplado un nivel de servicio por producto
- Los costos por rotura de inventarios son altos
- El 80% de la demanda de productos se concentra en 27 productos

- Se tienen altos costos por causa de obsolescencia
- No se considera la demanda generada por externalidades
- Se tiene un bajo control de categorías de inventarios

4.2 Evaluación de los modelos de sistemas de inventarios en los centros de atención materno infantil

A continuación, se presenta la evaluación de los modelos de inventarios iniciando con el caso cuando la demanda es conocida:

4.2.1 Evaluación de modelos de sistemas de sistema de inventarios cuando la demanda es conocida

Luego de la realización del diagnóstico inicial de las políticas de inventario mediante la evaluación de la muestra de cinco productos hospitalarios se consideró conveniente implementar una filosofía de reposición de inventario para su administración.

Todos los productos que tengan demanda por concepto de consumos y ventas y las cantidades de inventario disponibles disminuyan, se deberá reponer el inventario con el objetivo de atender eficientemente a los clientes y usuarios y repetir este procedimiento en el transcurso del tiempo.

Se evaluaron los mismos cinco productos que de las políticas actuales de inventario y se compararon los costos y valores en cada una de los modelos de inventario del diagnóstico inicial.

4.2.1.1 Evaluación reposición de inventario cuando se conoce la demanda. Cantidad económica del pedido (CEP)

Determinación de las políticas de inventario utilizando la cantidad económica del pedido de los cinco artículos:

Tabla 22. Información para análisis de políticas de inventario de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

Productos	Costo unitario	Tasa de costo de manejo	Costo de colocación del pedido	Inventario promedio	Demanda Anual	Lead Time (días)
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Q29.63	0.18	Q24.44	464	5566	18
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Q14.40	0.22	Q24.44	200	2401	18
Solución salina 0.9% 100 ml	Q4.88	0.35	Q24.44	300	3600	18
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Q0.20	4.97	Q24.44	900	10800	18
Venoseth ventilado, unidad	Q3.52	0.42	Q24.44	374	4492	18

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

En la tabla anterior se muestra la información necesaria para encontrar la CEP de inventario la que incluye: costo unitario, tasa de costo de manejo, costo de colocación de un pedido, inventario promedio, la demanda anual y el Lead Time en días que significa el tiempo que transcurre desde que se coloca una orden hasta que los productos están listos para ser utilizados.

A continuación, se presentan los datos obtenidos del modelo cantidad económica del pedido (CEP):

- Cantidad económica del pedido (CEP)
- Número esperado de ordenes esperado por año
- Tiempo esperado entre órdenes
- Punto de reorden y
- Costo total

Cálculo de la cantidad económica del pedido de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra

Producto 1:**Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable****Tabla 23. Datos para calcular la política CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable**

Concepto	Datos
Demanda (D)	5,566
Costo de ordenar (S)	24.44
Costo de mantener (M)	5.33
Número de días de trabajo	365
Costo unitario	29.63
Lead time en días (E)	18

Fuente: Elaboración propia con base en las tablas 14,15, 20 y 22.

Los datos de la tabla 19 fueron obtenidos del diagnóstico inicial en los centros de atención materno infantil durante el año 2017.

Tabla 24. Cálculo de resultados CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable

	ecuación	cálculos	resultado
Cantidad económica del pedido (CEP)	$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$	$= \sqrt{\frac{2 * 5566 * 24.44}{5.33}}$	225.93
Número esperado de órdenes (m)	$m = \frac{D}{CEP}$	$= \frac{5566}{225.93}$	24.64
Tiempo esperado entre ordenes	$t = \frac{1}{m} * 365$	$= \frac{1}{24.64} * 365$	14.82
Punto de reorden (R)	$R = \frac{D}{365} E$	$= \left(\frac{5566}{365}\right) * 18$	274.49
Costos relevantes totales (CRT)	$CRT = \sqrt{2DSM}$	$= \sqrt{2 * 5566 * 24.44 * 5.33}$	1204.21

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los cálculos de la tabla anterior fueron obtenidos utilizando las ecuaciones del modelo CEP.

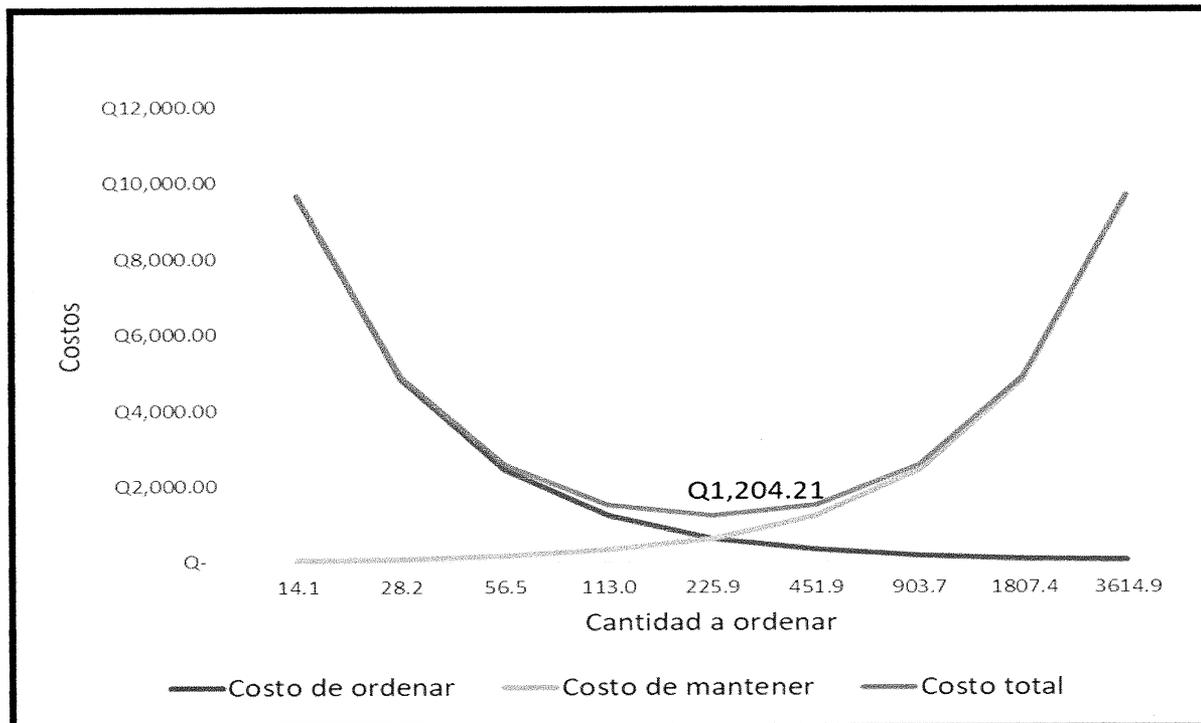
Tabla 25. Interpretación CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable

Ítem	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	5566	anual	
Costo de ordenar (S)	Q24.44	por orden	
Costo de mantener (M)	Q5.33	anual por unidad	
Número de días de trabajo	365	por año	
Costo unitario	29,63	por unidad	
Cantidad óptima de pedido (CEP)	225.93	unidades	Se deben pedir 225.93 unidades por orden
Número esperado de órdenes (m)	24.64	órdenes	Se realizan 24.64 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (t)	14.82	días	El tiempo entre órdenes es de 14.82 días
Punto de reorden (R)	274.49	unidades	Cuando el nivel de inventario esté en 274.49 unidades, se debe colocar una nueva orden
Costo total (CT)	Q 1,204.21	anual	El costo total anual de inventario es de Q1204.21
Costo de ordenar	Q602.10	anual total	El costo anual de ordenar es de Q602.1
Costo de mantener	Q602.10	anual total	El costo anual de mantener es de Q602.1

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política CEP para el producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable es la siguiente: se deben solicitar 226 unidades, realizar alrededor de 25 órdenes de pedido al año cada 15 días, cuando el nivel de inventario descienda a 275 unidades.

Gráfica 14. Costos CEP del producto Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica anterior muestra los costos relevantes totales de la política CEP, en donde se puede observar que cuando se realiza un pedido de 226 unidades se produce el mínimo costo de Q 1,204.21.

Existe un rango en el cual el ordenar entre 113 unidades y 450 aproximadamente, no existe una variación significativa en el costo. Sin embargo, el costo mínimo se obtiene al ordenar 226 unidades

Producto 2:**Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml**

**Tabla 26. Datos para calcular la política CEP del producto
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml**

Descripción	Datos
Demanda (D)	2401
Costo de ordenar (S)	24.44
Costo de mantener (M)	3.17
Número de días de trabajo	365
Costo unitario	14.4
Lead time en días (E)	18

Fuente: Elaboración propia con base en las tablas 14, 15, 20 y 22.

Los datos de la tabla 27 fueron obtenidos del diagnóstico inicial en los centros de atención materno infantil.

Tabla 27. Cálculo de resultados CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.

	ecuación	cálculos	resultado
Cantidad económica del pedido (CEP)	$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$	$= \sqrt{\frac{2 * 2401 * 24.44}{3.17}}$	192.41
Número esperado de órdenes (m)	$m = \frac{D}{CEP}$	$= \frac{2401}{192.41}$	12.48
Tiempo esperado entre ordenes	$t = \frac{1}{m} * 365$	$= \frac{1}{12.48} * 365$	29.25
Punto de reorden (R)	$R = \frac{D}{365} E$	$= \left(\frac{2401}{365}\right) * 18$	118.41
Costos relevantes totales (CRT)	$CRT = \sqrt{2DSM}$	$= \sqrt{2 * 5566 * 24.44 * 5.33}$	609.95

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los cálculos de la tabla anterior fueron obtenidos utilizando las ecuaciones del modelo CEP.

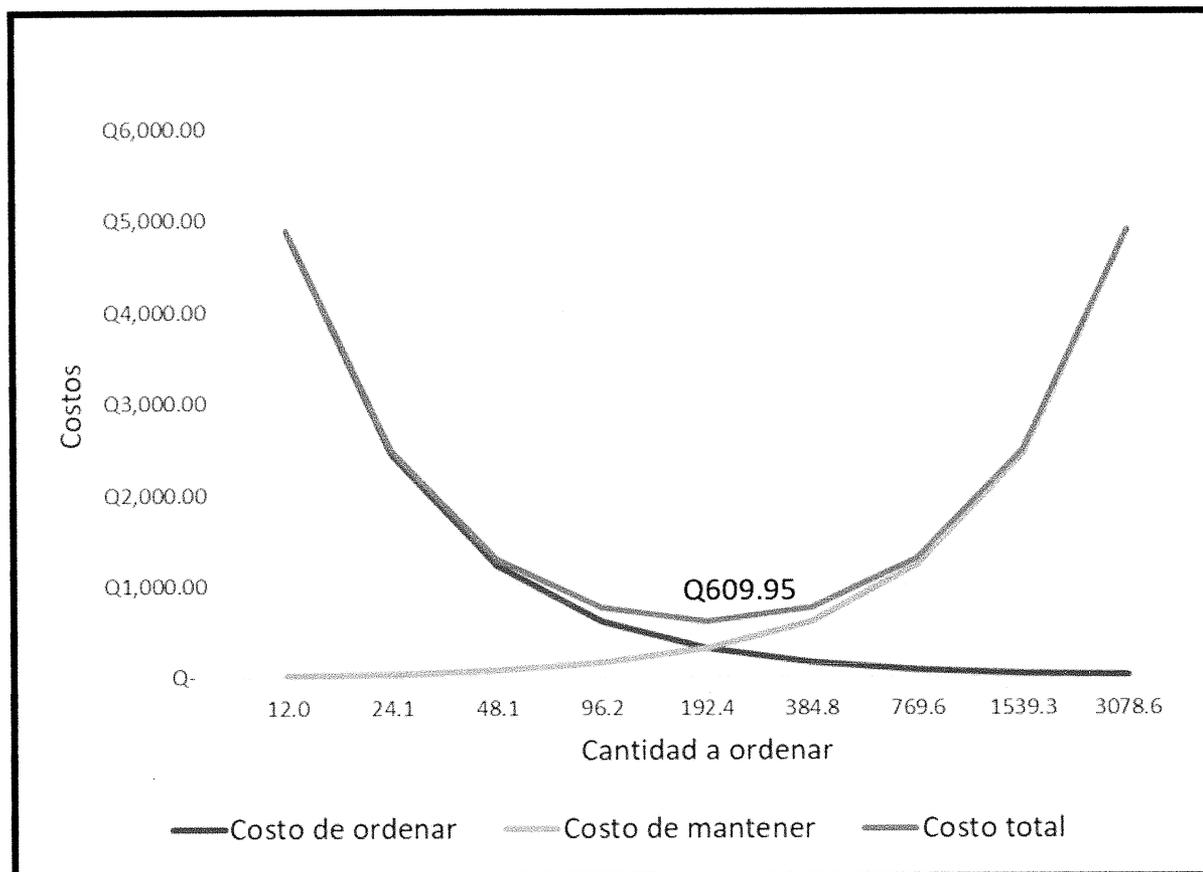
Tabla 28. Interpretación CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	2401	anual	
Costo de ordenar (S)	Q24.44	por orden	
Costo de mantener (M)	Q3.17	anual por unidad	
Número de días de trabajo	365	por año	
Costo unitario	Q14.40	por unidad	
Cantidad óptima de pedido (CEP)	192.41	unidades	Se deben pedir 192.41 unidades por orden
Número esperado de órdenes (m)	12.48	órdenes	Se realizan 12.48 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (t)	29.25	días	El tiempo entre órdenes es de 29.26 días
Punto de reorden (R)	118.41	unidades	Cuando el nivel de inventario esté en 118.41 unidades, se debe colocar una nueva orden
Costo total (CT)	Q 609.95	anual	El costo total anual de inventario es de Q609.95
Costo de ordenar	Q304.97	anual total	El costo anual de ordenar es de Q304.97
Costo de mantener	Q304.97	anual total	El costo anual de mantener es de Q304.97

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml, solución inyectable, es la siguiente: se deben solicitar 193 unidades, con 13 órdenes de pedido al año cada 30 días, cuando el nivel de inventario descienda a 119 unidades.

Gráfica 15. Costos CEP del producto Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica anterior muestra los costos relevantes totales de la política CEP, en donde se puede observar que cuando se realiza un pedido de 193 unidades se produce el mínimo costo de Q 609.95.

Existe un rango en el cual el ordenar entre 96 unidades y 384 aproximadamente, no existe una variación significativa en el costo. Sin embargo, el costo mínimo se obtiene al ordenar 193 unidades.

Producto 3:**Solución salina 0.9% 100 ml****Tabla 29. Datos para calcular la política CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml.**

Descripción	Datos
Demanda (D)	3600
Costo de ordenar (S)	24.44
Costo de mantener (M)	1.71
Número de días de trabajo	365
Costo unitario	4.88
Lead time en días (E)	18

Fuente: Elaboración propia con base en las tablas 14, 15, 20 y 22.

Los datos de la tabla 30 fueron obtenidos del diagnóstico inicial en los centros de atención materno infantil.

Tabla 30. Cálculo de resultados CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml

	ecuación	cálculos	resultado
Cantidad económica del pedido (CEP)	$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$	$= \sqrt{\frac{2 * 3600 * 24.44}{1.71}}$	320.79
Número esperado de órdenes (m)	$m = \frac{D}{CEP}$	$= \frac{3600}{320.79}$	11.22
Tiempo esperado entre ordenes	$t = \frac{1}{m} * 365$	$= \frac{1}{11.22} * 365$	32.52
Punto de reorden (R)	$R = \frac{D}{365} E$	$= \left(\frac{3600}{365}\right) * 18$	177.53
Costos relevantes totales (CRT)	$CRT = \sqrt{2DSM}$	$= \sqrt{2 * 3600 * 24.44 * 1.71}$	548.55

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los cálculos de la tabla 31 fueron obtenidos utilizando las ecuaciones del modelo CEP.

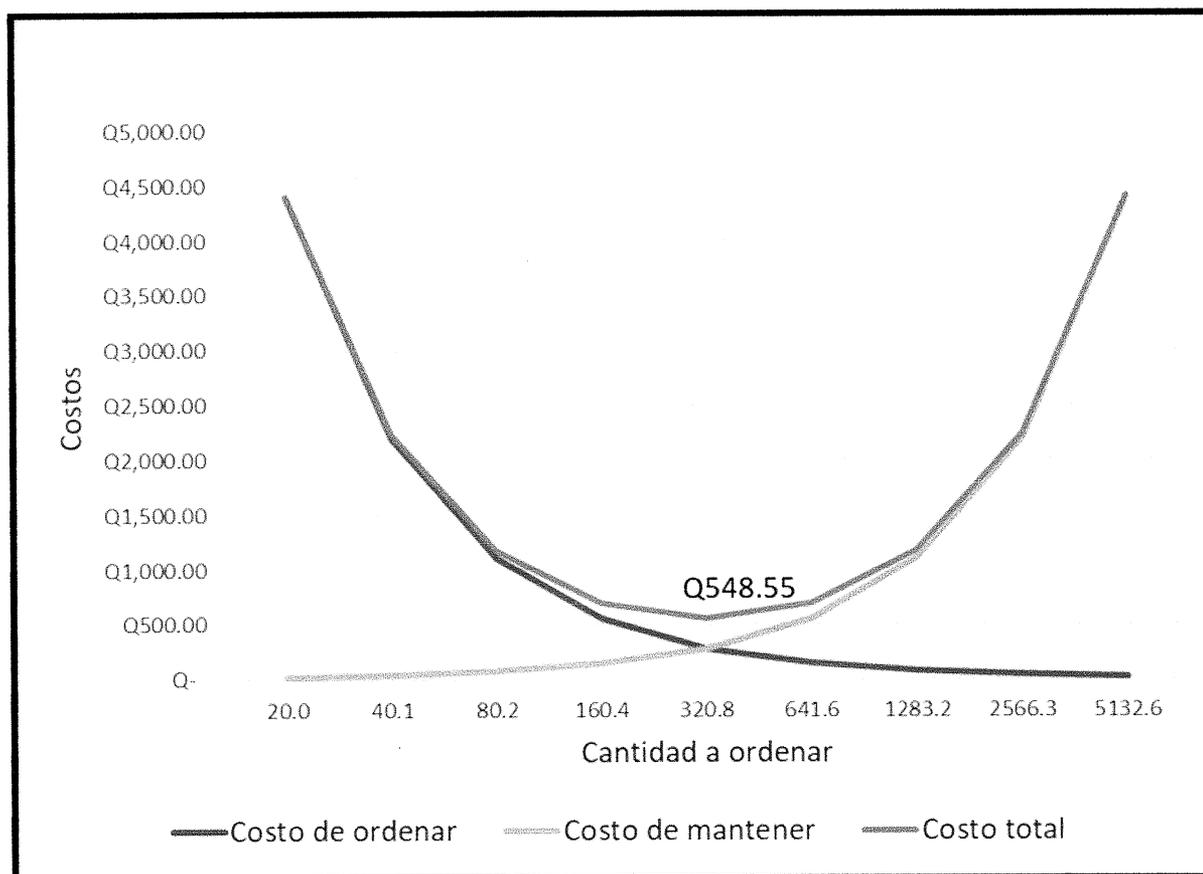
Tabla 31. Interpretación CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml

Ítem	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	3600	anual	
Costo de ordenar (S)	Q24.44	por orden	
Costo de mantener (M)	Q1.71	anual por unidad	
Número de días de trabajo	365	por año	
Costo unitario	Q4.88	por unidad	
Cantidad óptima de pedido (CEP)	320.79	unidades	Se deben pedir 320.79 unidades por orden
Número esperado de órdenes (m)	11.22	órdenes	Se realizan 11.22 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (t)	32.52	días	El tiempo entre órdenes es de 32.53 días
Punto de reorden (R)	177.53	unidades	Cuando el nivel de inventario esté en 177.53 unidades, se debe colocar una nueva orden
Costo total (CT)	Q 548.55	anual	El costo total anual de inventario es de Q548.55
Costo de ordenar	Q274.27	anual total	El costo anual de ordenar es de Q274.27
Costo de mantener	Q274.27	anual total	El costo anual de mantener es de Q274.27

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml solución inyectable, es la siguiente: se deben solicitar 321 unidades, con 12 órdenes de pedido al año cada 33 días, cuando el nivel de inventario descienda a 178 unidades.

Gráfica 16. Costos CEP del producto Solución salina 0.9% 100 ml



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica anterior muestra los costos relevantes totales de la política CEP, en donde se puede observar que cuando se realiza un pedido de 321 unidades se produce el mínimo costo de Q 548.55.

Existe un rango en el cual el ordenar entre 160 unidades y 641 aproximadamente, no existe una variación significativa en el costo. Sin embargo, el costo mínimo se obtiene al ordenar 321 unidades.

Producto 4:**Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades****Tabla 32. Datos para calcular la política CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades**

Ítem	Datos
Demanda (D)	10800
Costo de ordenar (S)	24.44
Costo de mantener (M)	0.99
Número de días de trabajo	365
Costo unitario	0.2
Lead time en días (E)	18

Fuente: Elaboración propia con base en las tablas 14, 15, 20 y 22.

Los datos de la tabla 28 fueron obtenidos del diagnóstico inicial en los centros de atención materno infantil.

Tabla 33. Cálculo de resultados CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades.

	ecuación	cálculos	resultado
Cantidad económica del pedido (CEP)	$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$	$= \sqrt{\frac{2 * 10800 * 24.44}{0.99}}$	730.23
Número esperado de órdenes (m)	$m = \frac{D}{CEP}$	$= \frac{10800}{730.23}$	14.79
Tiempo esperado entre ordenes	$t = \frac{1}{m} * 365$	$= \frac{1}{14.79} * 365$	24.68
Punto de reorden (R)	$R = \frac{D}{365} E$	$= \left(\frac{10800}{365}\right) * 18$	532.60
Costos relevantes totales (CRT)	$CRT = \sqrt{2DSM}$	$= \sqrt{2 * 10800 * 24.44 * 0.99}$	722.93

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los cálculos de la tabla 34 fueron obtenidos utilizando las ecuaciones del modelo CEP.

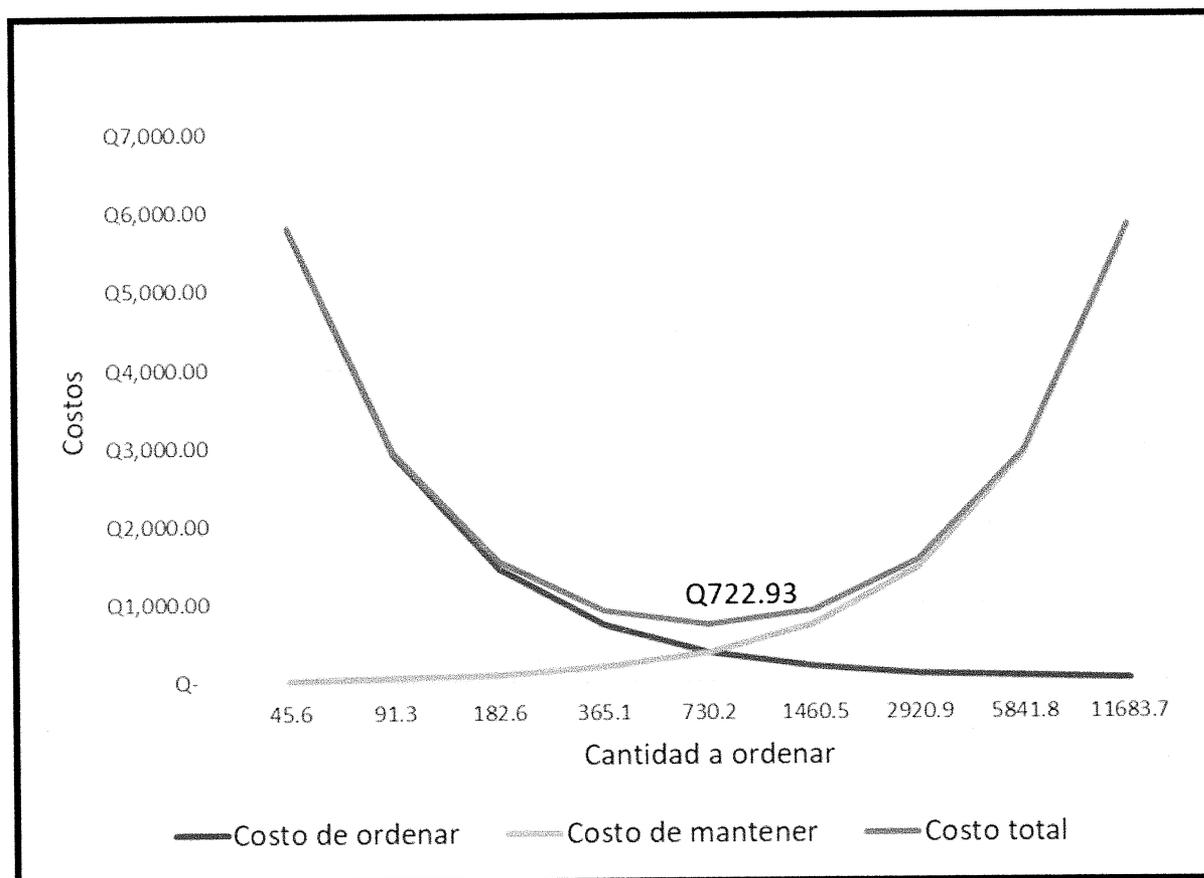
Tabla 34. Interpretación CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	10800	anual	
Costo de ordenar (S)	Q24.44	por orden	
Costo de mantener (M)	Q0.99	anual por unidad	
Número de días de trabajo	365	por año	
Costo unitario	Q0.20	por unidad	
Cantidad óptima de pedido (CEP)	730.23	unidades	Se deben pedir 730.23 unidades por orden
Número esperado de ordenes (m)	14.79	órdenes	Se realizan 14.79 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (t)	24.68	días	El tiempo entre órdenes es de 24.68 días
Punto de reorden (R)	532.60	unidades	Cuando el nivel de inventario esté en 532.6 unidades, se debe colocar una nueva orden
Costo total (CT)	Q 722.93	anual	El costo total anual de inventario es de Q722.93
Costo de ordenar	Q361.46	anual total	El costo anual de ordenar es de Q361.46
Costo de mantener	Q361.46	anual total	El costo anual de mantener es de Q361.46

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades, es la siguiente: se deben solicitar 731 unidades, con 12 órdenes de pedido al año cada 25 días cuando el nivel de inventario descienda a 533 unidades.

Gráfica 17. Costos CEP del producto Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica anterior muestra los costos relevantes totales de la política CEP, en donde se puede observar que cuando se realiza un pedido de 731 unidades se produce el mínimo costo de Q 722.93.

Existe un rango en el cual el ordenar entre 365 unidades y 1460 aproximadamente, no existe una variación significativa en el costo. Sin embargo, el costo mínimo se obtiene al ordenar 731 unidades.

Producto 5:**Venoseth ventilado, unidad****Tabla 35. Datos para calcular la política CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.**

Descripción	Datos
Demanda (D)	4492
Costo de ordenar (S)	24.44
Costo de mantener (M)	1.48
Número de días de trabajo	365
Costo unitario	3.52
Lead time en días (E)	18

Fuente: Elaboración propia con base en las tablas 14, 15, 20 y 22.

Los datos de la tabla 36 fueron obtenidos del diagnóstico inicial en los centros de atención materno infantil.

Tabla 36. Cálculo de resultados CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.

	ecuación	cálculos	resultado
Cantidad económica del pedido (CEP)	$CEP = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$	$= \sqrt{\frac{2 * 4492 * 24.44}{1.48}}$	385.17
Número esperado de órdenes (m)	$m = \frac{D}{CEP}$	$= \frac{4492}{385.17}$	11.66
Tiempo esperado entre ordenes	$t = \frac{1}{m} * 365$	$= \frac{1}{11.66} * 365$	31.30
Punto de reorden (R)	$R = \frac{D}{365} E$	$= \left(\frac{4492}{365}\right) * 18$	221.52
Costos relevantes totales (CRT)	$CRT = \sqrt{2DSM}$	$= \sqrt{2 * 4492 * 24.44 * 1.48}$	570.05

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los cálculos de la tabla 37 fueron obtenidos utilizando las ecuaciones del modelo CEP.

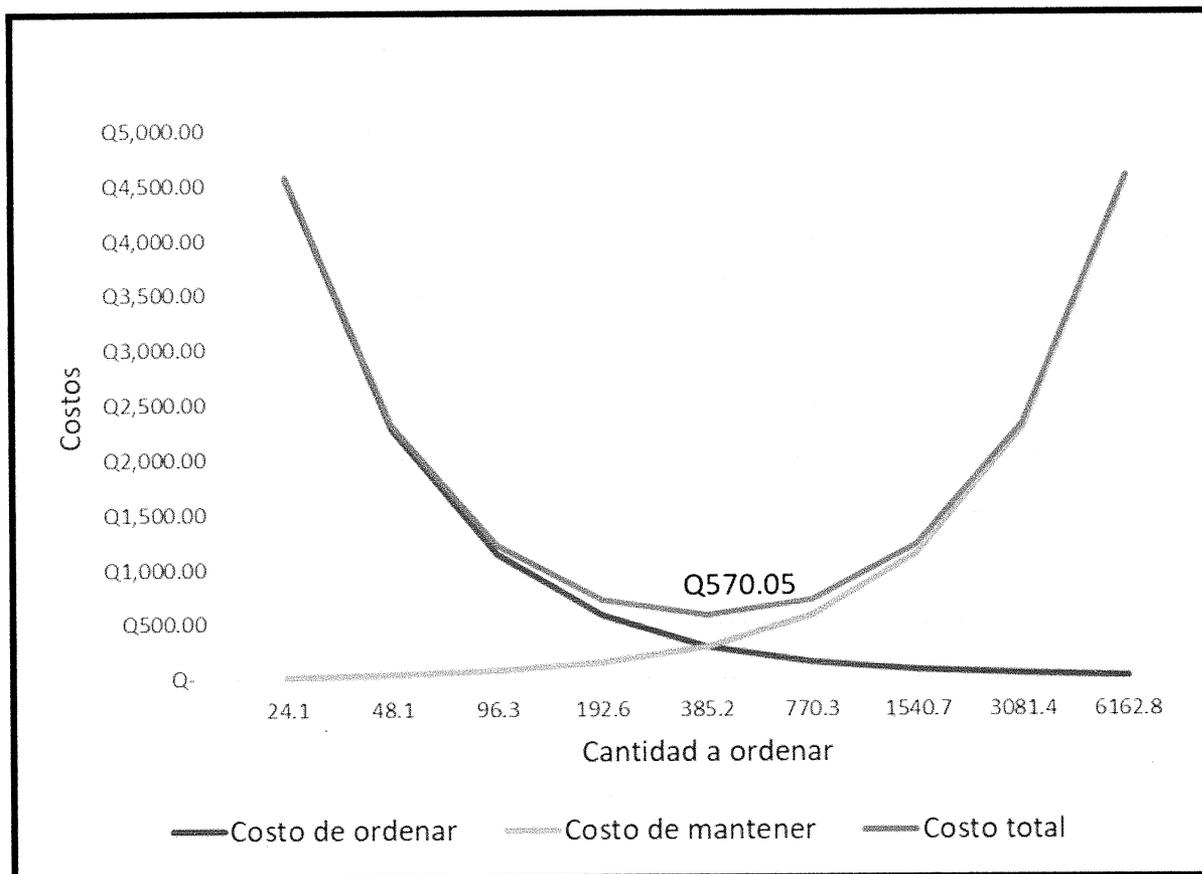
Tabla 37. Interpretación CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.

Ítem	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	4492	anual	
Costo de ordenar (S)	Q24.44	por orden	
Costo de mantener (M)	Q1.48	anual por unidad	
Número de días de trabajo	365	por año	
Costo unitario	Q3.52	por unidad	
Cantidad óptima de pedido (CEP)	385.17	unidades	Se deben pedir 385.17 unidades por orden
Número esperado de órdenes (m)	11.66	órdenes	Se realizan 11.66 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (t)	31.30	días	El tiempo entre órdenes es de 31.3 días
Punto de reorden (R)	221.52	unidades	Cuando el nivel de inventario esté en 221.52 unidades, se debe colocar una nueva orden
Costo total (CT)	Q 570.05	anual	El costo total anual de inventario es de Q570.05
Costo de ordenar	Q285.03	anual total	El costo anual de ordenar es de Q285.03
Costo de mantener	Q285.03	anual total	El costo anual de mantener es de Q285.03

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política CEP para el producto Venoseth ventilado, unidad, es la siguiente: se deben solicitar 386 unidades, con 12 órdenes de pedido al año cada 32 días cuando el nivel de inventario descienda a 222 unidades.

Gráfica 18. Costos CEP del producto Venoseth ventilado, unidad.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La gráfica anterior muestra los costos relevantes totales de la política CEP, en donde se puede observar que cuando se realiza un pedido de 386 unidades se produce el mínimo costo de Q 570.05.

Existe un rango en el cual el ordenar entre 192 unidades y 770 aproximadamente, no existe una variación significativa en el costo. Sin embargo, el costo mínimo se obtiene al ordenar 386 unidades.

Tabla 38. Resumen costos de la política actual de inventarios

Productos	Costo de mantenimiento	Nivel promedio de inventario	Costos anuales de mantenimiento	Costo por pedido	Pedido por año	Costos anuales de colocación	Costos relevantes totales
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Q5.33	232	Q1,236.12	Q24.44	12	Q293.28	Q1,529.40
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Q3.17	100	Q317.13	Q24.44	12	Q293.28	Q610.41
Solución salina 0.9% 100 ml	Q1.71	150	Q256.50	Q24.44	12	Q293.28	Q549.78
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Q0.99	450	Q445.50	Q24.44	12	Q293.28	Q738.78
Venoseth ventilado, unidad	Q1.48	187	Q277.01	Q24.44	12	Q293.28	Q570.29
							Q3,998.65

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los costos totales relevantes de la política actual de inventarios producto de realizar doce pedidos al año y con los niveles promedio de inventarios mostrados en la tabla anterior.

Estos costos fueron comparados con la política CEP que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 39. Resumen costos de la política CEP

Productos	Costo de mantenimiento	Nivel promedio de inventario	Costos anuales de mantenimiento	Costo por pedido	Pedido por año	Costos anuales de colocación	Costos relevantes totales
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	Q5.33	113	Q601.92	Q24.44	25	Q602.20	Q1,204.12
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	Q3.17	96	Q305.06	Q24.44	12	Q304.77	Q609.83
Solución salina 0.9% 100 ml	Q1.71	158	Q270.60	Q24.44	11	Q270.31	Q540.91
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	Q0.99	364	Q360.74	Q24.44	15	Q362.20	Q722.94
Venoseth ventilado, unidad	Q1.48	193	Q285.18	Q24.44	12	Q284.97	Q570.15
							Q3,647.94

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Los ahorros que genera el sistema de Cantidad Económica del Pedido (CEP) en los costos relevantes totales para esta muestra de cinco productos ascienden a Q 350.69.

El modelo de cantidad económica del pedido para el producto Ketorolaco fue el que más ahorros generó por el alto costo por unidad en comparación con los otros productos.

4.2.1.2 Evaluación reposición de inventario cuando se conoce la demanda. Modelo Cantidad económica del pedido con descuento por volumen

El modelo CEP contempla hipótesis simplificadas que muy pocas veces se cumplen, es por ello que este modelo sirve de base para presentar casos que se adapten más a la realidad.

En algunos casos los proveedores pueden ofrecer descuentos en ordenar grandes pedidos para incentivar al cliente en la compra. Existen varias variantes de este modelo de políticas de descuento, sin embargo, se presenta el de descuento en todas las unidades.

Producto 1:

Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable

Tabla 40. Descuentos Ketorolaco Trometamina

Rango de la Cantidad	Precio por artículo (C)
1- 999	Q29.63
1000 - 1999	Q28.63
2000 o más	Q27.63

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Información adicional:

Costo de colocación (S) Q 24.44

Demanda anual (D) 5,566

Tasa de costo de manejo (i) 0.18

Cálculo de la CEP asociada a cada rango de cantidad:

Tabla 41. CEP con descuentos de precios Ketorolaco Trometamina

Rango de la Cantidad	$CEP = \sqrt{(2DS)/(iC)}$	CEP
1- 199	$\sqrt{(2)(5566)(24.44)/(0.18)(29.63)}$	225.9
200 -399	$\sqrt{(2)(5566)(24.44)/(0.18)(28.63)}$	229.8
400 o mas	$\sqrt{(2)(5566)(24.44)/(0.18)(27.63)}$	233.9

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La CEP del rango de 1 – 199 fue de 225.9, la cual no es válida debido a el valor sobrepasa el valor mayor del rango.

La CEP del rango 200 – 399 fue de 229.8 la cual es factible debido que dicha cantidad se encuentra dentro de los valores del rango.

La CEP del rango de 400 o más fue de 233.9 la cual no es factible debido a que el valor se encuentra en una posición menor al rango para el cual fue evaluado.

A continuación, se presentan los costos totales de las CEP incluyendo el rango de grandes cantidades que contengan CEP no viables, en este rango se consideró el valor de la cantidad mínima permitida en este rango (400):

Tabla 42. Costos relevantes modelo CEP con descuento en precios Ketorolaco

Rango de Cantidad	CEP (Q)	$CRT = iC \frac{Q}{2} + S \frac{D}{Q} + DC$	CRT
1- 199	225.9	$[0.18 * 29.63(225.9/2)] + [24.44 * (5566/225.9)] + [5566 * 29.63]$	Q 166,125.17
200 -399	229.8	$[0.18 * 28.63(229.8./2)] + [24.44 * (5566/229.8)] + [5566 * 28.63]$	Q 160,538.67
400 o mas	400.0	$[0.18 * 27.63(400/2)] + [24.44 * (5566/400)] + [5566 * 27.63]$	Q 155,123.34

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Luego de realizados los cálculos de costos para las tres CEP se determinó que la solución óptima para Ketorolaco Trometamina es pedir 400 o más unidades debido a que su costo de Q 155,123.34 y es menor que el costo asociado a

realizar un pedido de 229.8 unidades Q 160,538.67 que fuera encontrada en primera instancia como solución factible.

Producto 2:

Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml

Tabla 43. Descuentos Solución Hartmann

Rango de la Cantidad	Precio por artículo (C)
1- 199	Q14.40
200 -399	Q14.20
400 o mas	Q14.00

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018

Información adicional:

Costo de colocación (S) Q 24.44

Demanda anual (D) 2,401

Tasa de costo de manejo (i) 0.22

Cálculo de la CEP asociada a cada rango de cantidad:

Tabla 44. CEP con descuento en precios Solución Hartmann

Rango de la Cantidad	$CEP = \sqrt{(2DS)/(iC)}$	CEP
1- 199	$\sqrt{(2)(2401)(24.44)/(0.22)(14.40)}$	192.5
200 -399	$\sqrt{(2)(2401)(24.44)/(0.22)(14.20)}$	193.8
400 o mas	$\sqrt{(2)(2401)(24.44)/(0.22)(14.00)}$	195.2

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018

La CEP del rango de 1 – 199 fue de 192.5, la cual es factible debido que dicha cantidad se encuentra dentro de los valores del rango.

La CEP del rango 200 – 399 fue de 193.8 la cual no es factible debido a que el valor se encuentra en una posición menor al rango para el cual fue evaluado.

La CEP del rango de 400 o más fue de 195.2 la cual no es factible debido a que el valor se encuentra en una posición menor al rango para el cual fue evaluado.

A continuación, se presentan los costos totales de las CEP incluyendo el rango de grandes cantidades que contengan CEP no viables, en este rango se consideró el valor de la cantidad mínima permitida en este rango (400):

Tabla 45. Costos relevantes totales CEP con descuento en precios Solución Hartmann

Rango de Cantidad	CEP (Q)	$CRT = iC \frac{Q}{2} + S \frac{D}{Q} + DC$	CRT
1- 199	192.5	$[0.22 * 14.40(192.5/2)] + [24.44 * (2401/192.5)] + [2401 * 14.40]$	Q 35,184.15
200 -399	193.8	$[0.22 * 14.20(193.8/2)] + [24.44 * (2401/193.8)] + [2401 * 14.20]$	Q 34,699.70
400 o mas	400.0	$[0.22 * 14.00(400/2)] + [24.44 * (2401/400)] + [2401 * 14.00]$	Q 34,376.70

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Luego de realizados los cálculos de costos para las tres CEP se determinó que la solución óptima es pedir 400 o más unidades debido a que su costo de Q 34,376.70, es menor que el costo asociado a realizar un pedido de 192.5 unidades Q 35, 184.15 que fuera encontrada en primera instancia como solución factible.

Producto 3:

Solución salina 0.9% 100 ml

Tabla 46. Descuentos en precio Solución salina

Rango de la Cantidad	Precio por artículo (C)
1- 199	Q4.88
200 -399	Q4.78
400 o mas	Q4.68

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Información adicional:

Costo de colocación (S) Q 24.44

Demanda anual (D) 3,600

Tasa de costo de manejo (i) 0.35

Cálculo de la CEP asociada a cada rango de cantidad:

Tabla 47. CEP con descuento en precios Solución salina

Rango de la Cantidad	$CEP = \sqrt{(2DS)/(iC)}$	CEP
1- 199	$\sqrt{(2)(3600)(24.44)/(0.35)(4.88)}$	321.0
200 -399	$\sqrt{(2)(3600)(24.44)/(0.35)(4.78)}$	324.3
400 o mas	$\sqrt{(2)(3600)(24.44)/(0.35)(4.68)}$	327.8

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La CEP del rango de 1 – 199 es de 321.0, la cual no es válida debido a el valor sobrepasa el valor mayor del rango.

La CEP del rango 200 – 399 fue de 324.3 la cual es factible debido que dicha cantidad se encuentra dentro de los valores del rango.

La CEP del rango de 400 o más fue de 327.8 la cual no es factible debido a que el valor se encuentra en una posición menor al rango para el cual fue evaluado.

A continuación, se presentan los costos totales de las CEP incluyendo el rango de grandes cantidades que contengan CEP no viables, en este rango se consideró el valor de la cantidad mínima permitida en este rango (400):

**Tabla 48. Costos relevantes totales CEP con descuento en precios
Solución salina**

Rango de Cantidad	CEP (Q)	$CRT = iC\frac{Q}{2} + S\frac{D}{Q} + DC$	CRT
1- 199	321.0	$[0.35 * 4.88(321.0/2)] + [24.44 * (3600/321.0)] + [3600 * 4.88]$	Q 18,116.23
200 -399	324.3	$[0.35 * 4.78(324.3/2)] + [24.44 * (3600/324.3)] + [3600 * 4.78]$	Q 17,750.58
400 o mas	400.0	$[0.35 * 4.68(400/2)] + [24.44 * (3600/400)] + [3600 * 4.68]$	Q 17,395.56

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Luego de realizados los cálculos de costos para las tres CEP se determinó que la solución óptima es pedir 400 o más unidades debido a que su costo de Q 17, 395.56, es menor que el costo asociado a realizar un pedido de 324.3 unidades Q 17,750.58 que fuera encontrada en primera instancia como solución factible.

Producto 4:

Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades

Tabla 49. Descuentos en precios Gorro descartable

Rango de la Cantidad	Precio por artículo (C)
1- 199	Q0.20
200 -399	Q0.18
400 o mas	Q0.16

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Información adicional:

Costo de colocación (S)	Q 24.44
Demanda anual (D)	10,800
Tasa de costo de manejo (i)	4.97

Cálculo de la CEP asociada a cada rango de cantidad:

Tabla 50. CEP con descuento en precios Gorro descartable

Rango de la Cantidad	$CEP = \sqrt{(2DS)/(iC)}$	CEP
1- 199	$\sqrt{(2)(10800)(24.44)/(4.97)(0.20)}$	728.8
200 -399	$\sqrt{(2)(10800)(24.44)/(4.97)(0.18)}$	768.2
400 o mas	$\sqrt{(2)(10800)(24.44)/(4.97)(0.16)}$	814.8

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La CEP del rango de 1 – 199 es de 728.8, la cual no es válida debido a el valor sobrepasa el valor mayor del rango.

La CEP del rango 200 – 399 fue de 768.2, la cual no es válida debido a el valor sobrepasa el valor mayor del rango.

La CEP del rango de 400 o más fue de 814.8 la cual es factible debido que dicha cantidad se encuentra dentro de los valores del rango.

A continuación, se presentan los costos totales de las CEP incluyendo el rango de grandes cantidades que contengan CEP no viables, en este rango se consideró el valor de la cantidad mínima permitida en este rango (400):

Tabla 51. Costos relevantes totales CEP con descuento en precios Gorro descartable

Rango de Cantidad	CEP (Q)	$CRT = iC\frac{Q}{2} + S\frac{D}{Q} + DC$	CRT
1- 199	728.8	$[0.22 * 14.40(192.5/2)] + [24.44 * (2401/192.5)] + [2401 * 14.40]$	Q 2,884.39
200 -399	768.2	$[0.22 * 14.20(193.8/2)] + [24.44 * (2401/193.8)] + [2401 * 14.20]$	Q 2,631.21
400 o mas	400.0	$[0.22 * 14.00(400/2)] + [24.44 * (2401/400)] + [2401 * 14.00]$	Q 2,546.92

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Luego de realizados los cálculos de costos para las tres CEP se determinó que la solución óptima es pedir 400 o más unidades debido a que su costo de Q 2, 546.92 menor al costo de los otros rangos.

Producto 5:

Venoseth ventilado, unidad

Tabla 52. Descuento en precios Venoseth ventilado

Rango de la Cantidad	Precio por artículo (C)
1- 199	Q3.52
200 -399	Q3.42
400 o mas	Q3.32

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Información adicional:

Costo de colocación (S) Q 24.44

Demanda anual (D) 4,492

Tasa de costo de manejo (i) 0.42

Cálculo de la CEP asociada a cada rango de cantidad:

Tabla 53. CEP con descuento en precios Venoseth ventilado

Rango de la Cantidad	$CEP = \sqrt{(2DS)/(iC)}$	CEP
1- 199	$\sqrt{(2)(4492)(24.44)/(0.42)(3.52)}$	385.4
200 -399	$\sqrt{(2)(4492)(24.44)/(0.42)(3.42)}$	391.0
400 o mas	$\sqrt{(2)(4492)(24.44)/(0.42)(3.32)}$	396.8

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La CEP del rango de 1 – 199 es de 385.4, la cual no es válida debido a el valor sobrepasa el valor mayor del rango.

La CEP del rango 200 – 399 fue de 391.0 la cual es factible debido que dicha cantidad se encuentra dentro de los valores del rango.

La CEP del rango de 400 o más fue de 396.8 la cual no es factible debido a que el valor se encuentra en una posición menor al rango para el cual fue evaluado.

A continuación, se presentan los costos totales de las CEP incluyendo el rango de grandes cantidades que contengan CEP no viables, en este rango se consideró el valor de la cantidad mínima permitida en este rango (400):

Tabla 54. Costos relevantes totales CEP con descuento en precios

Rango de Cantidad	CEP (Q)	$CRT = iC\frac{Q}{2} + S\frac{D}{Q} + DC$	CRT
1- 199	385.4	$[0.22 * 14.40(192.5/2)] + [24.44 * (2401/192.5)] + [2401 * 14.40]$	Q 16,381.59
200 -399	391.0	$[0.22 * 14.20(193.8/2)] + [24.44 * (2401/193.8)] + [2401 * 14.20]$	Q 15,924.23
400 o mas	400.0	$[0.22 * 14.00(400/2)] + [24.44 * (2401/400)] + [2401 * 14.00]$	Q 15,466.78

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

Luego de realizados los cálculos de costos para las tres CEP se determinó que la solución óptima es pedir 400 o más unidades debido a que su costo de Q 15,466.78, es menor que el costo asociado a realizar un pedido de 391.0

unidades Q 15,924.23 que fuera encontrada en primera instancia como solución factible.

4.2.1.3 Sistema de reposición de inventario cuando se conoce la demanda. Cantidad económica del pedido con entrega gradual

A continuación, se presentan los datos con el cual se elaboró el modelo de CEP con entrega gradual de pedido:

Tabla 55. Datos para obtener el modelo CEP con entrega gradual de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra

Producto	Demanda Semanal	Demanda mensual	Demanda anual	CEP	Tasa de entrega semanal	Tasa de entrega anual (P)
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	116	464	5566	226	166	8632
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	50	200	2401	193	100	5200
Solución salina 0.9% 100 ml	75	300	3600	321	125	6500
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	225	900	10800	729	275	14300
Venoseth ventilado, unidad	94	374	4492	386	144	7462

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2017.

Con los datos anteriormente descritos obtenemos la información de Tamaño económico del lote (TEL) y en Nivel de inventario máximo (Q_{max})

Tabla 56. CEP con entrega gradual de los cinco productos hospitalarios considerados como muestra

Producto	Tamaño económico del lote (TEL) $= CEP * 1 / \sqrt{1 - D/P}$	Nivel máximo de inventario (Qmax) $= TEL * (1 - D/P)$
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	$= 2141 * 1 / \sqrt{1 - 5566/8632}$	281 = $2666 * (1 - 5566/8632)$ 100
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	$= 923.5 * 1 / \sqrt{1 - 2401/5200}$	284 = $1359 * (1 - 2401/5200)$ 153
Solución salina 0.9% 100 ml	$= 1385 * 1 / \sqrt{1 - 3600/6500}$	431 = $1861 * (1 - 3600/6500)$ 192
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	$= 4154 * 1 / \sqrt{1 - 10800/14300}$	839 = $4780 * (1 - 10800/14300)$ 205
Venoseth ventilado, unidad	$= 1728 * 1 / \sqrt{1 - 4492/7462}$	498 = $2227 * (1 - 4492/7462)$ 198

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

El modelo de CEP con entrega gradual de pedido queda de la siguiente manera:

Para el producto Ketorolaco Trometamina el proveedor entregará 166 unidades cada semana hasta completar el tamaño económico del Lote (TEL) de 281 unidades y el inventario en este momento será de 100 unidades. Cuando se agote este inventario el proveedor reanudará las entregas de 116 unidades.

Para el producto Solución Hartmann el proveedor entregará 100 unidades cada semana hasta completar el tamaño económico del Lote (TEL) de 284 unidades y el inventario en este momento será de 153 unidades. Cuando se agote este inventario el proveedor reanudará las entregas de 100 unidades.

Para el producto Solución salina el proveedor entregará 125 unidades cada semana hasta completar el tamaño económico del Lote (TEL) de 431 unidades y el inventario en este momento será de 192 unidades. Cuando se agote este inventario el proveedor reanudará las entregas de 125 unidades.

Para el producto Gorro descartable el proveedor entregará 275 unidades cada semana hasta completar el tamaño económico del Lote (TEL) de 839 unidades y el inventario en este momento será de 205 unidades. Cuando se agote este inventario el proveedor reanudará las entregas de 116 unidades.

Para el producto Venoseth Ventilado el proveedor entregará 144 unidades cada semana hasta completar el tamaño económico del Lote (TEL) de 498 unidades y el inventario en este momento será de 198 unidades. Cuando se agote este inventario el proveedor reanudará las entregas de 144 unidades.

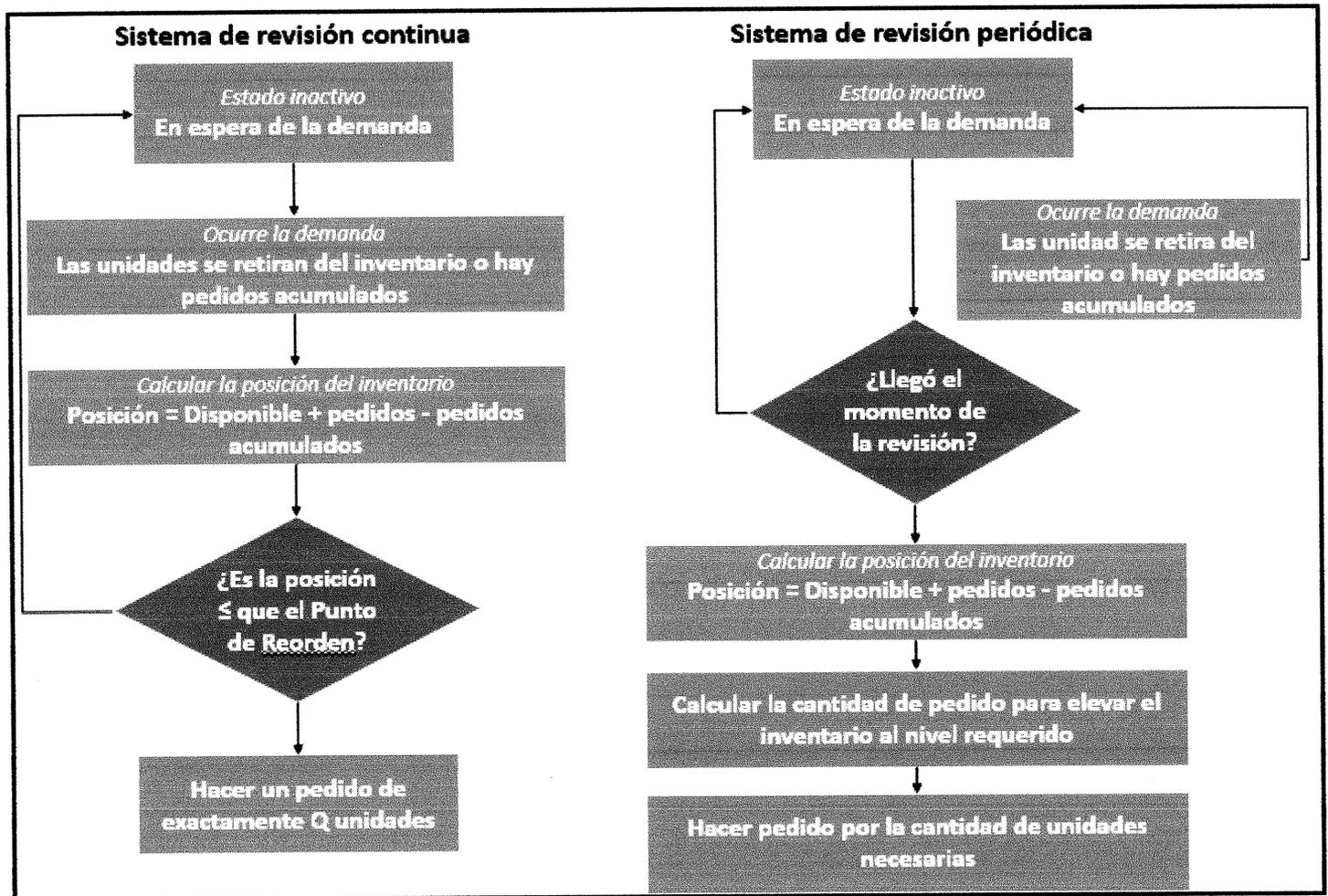
4.2.2 Evaluación del sistema de reposición de inventario cuando la demanda es incierta

En la mayoría de casos la demanda es incierta y las hipótesis que se plantearon en el modelo CEP no son válidas en realidad. En general los administradores de inventarios deben revisar los niveles de inventario y realizar pedidos cuando descende a un nivel preestablecido (punto de reorden) o revisarlo con periodicidad y realizar el pedido cuando se requiera.

En los dos casos mencionados anteriormente las empresas mantienen inventarios de seguridad para cubrir eventualidades como aumento inesperado de la demanda, retrasos en la entrega entre otros.

El inventario de seguridad está dado en función del nivel de servicio que se desea mantener y mientras más alto sea el nivel de servicio que se desea brindar mayor será la cantidad de inventario de seguridad que se deberá contemplar.

Gráfica 19. Sistema de revisión periódica y continua



Fuente: <https://ingenioempresa.com/modelos-probabilisticos-inventario/>

En la gráfica anterior muestra tanto el sistema de revisión periódica y continua en donde se deben analizar los símbolos de decisión.

En el sistema de revisión continua cuando la cantidad de inventario disponible sea menor o igual al punto de reorden, se generó una nueva orden de pedido. En este caso la verificación es constante.

En el sistema de revisión periódica se realizó la pregunta ¿llegó el momento de la revisión? Esto con base en una periodicidad definida de tiempo. Si fuera el caso,

se determinó cuánto pedir y realizamos la orden, de lo contrario el inventario sigue consumiéndose y se siguió el flujo mostrado en la gráfica anterior.

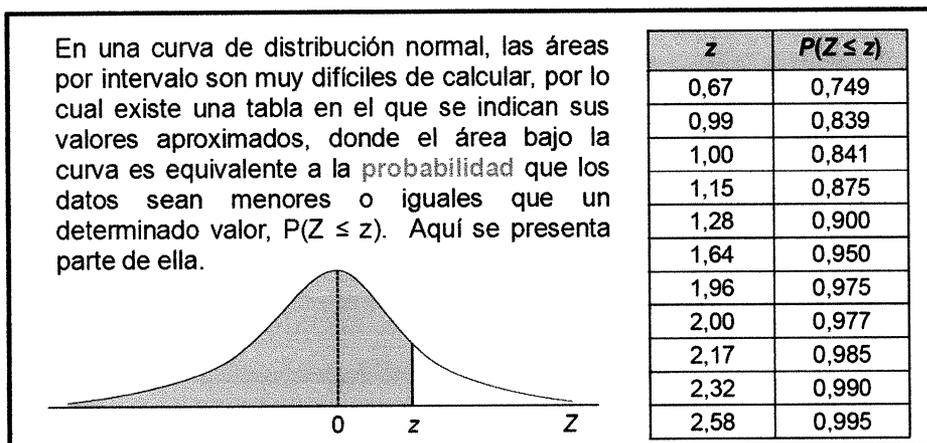
4.2.2.1 Evaluación del sistema de reposición de inventario cuando la demanda es incierta. Estrategia de revisión continua y sistema de reorden con cantidad fija, también se le conoce como sistema (Q, R) o sistema Q

La estrategia de revisión continua se realiza en conjunto con un sistema de punto de reorden con cantidad fija. La cantidad de inventario disponible se monitorea constantemente y contempla solicitudes no ingresadas, pedidos pendientes de despacho o inventario comprometido.

En el sistema de punto de reorden con cantidad fija, se hace un pedido de Q unidades cuando el inventario desciende hasta un punto determinado de reorden, R. De acuerdo a la naturaleza aleatoria de la demanda, el tiempo entre los pedidos varia. Los valores de R y Q se toman como variables independientes de decisión y se determinan con anticipación.

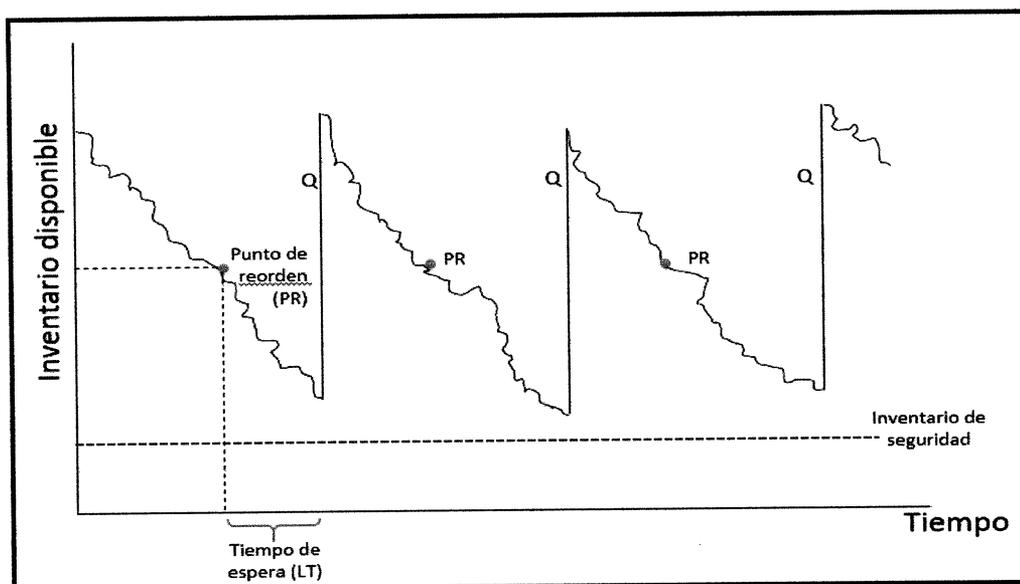
Esta política de revisión continua también se le conoce como sistema (Q,R) o sistema Q.

Gráfica 20. Valores Z distribución normal



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/11656240/>

Gráfica 21. Sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija



Fuente: <https://ingenioempresa.com/sistema-de-revision-continua/>

En la gráfica anterior se puede visualizar el sistema de revisión continua de inventarios en el cual el inventario disminuye con el transcurso del tiempo y se revisa cada vez que se realiza retiro para luego se verifica la cantidad de inventario restante. Si el inventario restante está por debajo de un determinado nivel (punto de reorden) y se coloca una nueva orden (Q). De lo contrario el inventario se sigue consumiendo y así repetir continuamente este procedimiento.

Tabla 57. Datos para cálculo de sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

Producto	Demanda anual (D)	Demanda diaria	Lead time días	Demanda durante el tiempo de entrega	Cantidad económica del pedido (CEP)
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	5566	15	18	274	226
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	2401	7	18	118	193
Solución salina 0.9% 100 ml	3600	10	18	178	321
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	10800	30	18	533	729
Venoseth ventilado, unidad	4492	12	18	222	386

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

En la tabla anterior se encuentra la demanda diaria dividiendo la demanda anual entre 365 días. El valor de 18 días para el lead time fue tomado de la información obtenida en el diagnóstico inicial. El valor de la demanda durante el tiempo de entrega fue calculado multiplicando la demanda diaria por el lead time. El valor de CEP fue considerado y tomado de los cálculos de este modelo que se presentó anteriormente.

Tabla 58. Sistema de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra.

Producto	Desviación estándar	Nivel de servicio	Valor (Z)	$\sigma_E = \sigma_t \sqrt{T/t}$	Punto de reorden (R) = $D_e + (Z_k * \sigma_E)$	
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	146	95%	1.64	$= 143\sqrt{18/30}$	113	$= 274 + (1.64 * 113)$ 461
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	84	95%	1.64	$= 84\sqrt{18/30}$	65	$= 118 + (1.64 * 65)$ 226
Solución salina 0.9% 100 ml	106	95%	1.64	$= 106\sqrt{18/30}$	82	$= 178 + (1.64 * 82)$ 312
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	451	95%	1.64	$= 451\sqrt{18/30}$	349	$= 533 + (1.64 * 349)$ 1107
Venoseth ventilado, unidad	70	95%	1.64	$= 70\sqrt{18/30}$	54	$= 222 + (1.64 * 54)$ 310

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

El dato de la desviación estándar fue extraído de la información que se obtuvo en el diagnóstico inicial. El nivel de servicio fue considerado como 95 % por ser productos de uso hospitalario, al cual corresponde un valor de $Z = 1.64$ que fue tomado de la distribución normal tipificada.

A continuación, se presenta la política de inventario de revisión continua y punto de reorden con cantidad fija aplicado a cada uno de los cinco productos de la muestra:

Para el producto Ketorolaco Trometamina cuando las existencias descieran a 461 se debe realizar un pedido de 226 unidades.

Para el producto Solución Hartmann cuando las existencias descieran a 226 se debe realizar un pedido de 193 unidades.

Para el producto Solución salina cuando las existencias desciendan a 312 se debe realizar un pedido de 321 unidades.

Para el producto Gorro descartable cuando las existencias desciendan a 1,107 se debe realizar un pedido de 729 unidades.

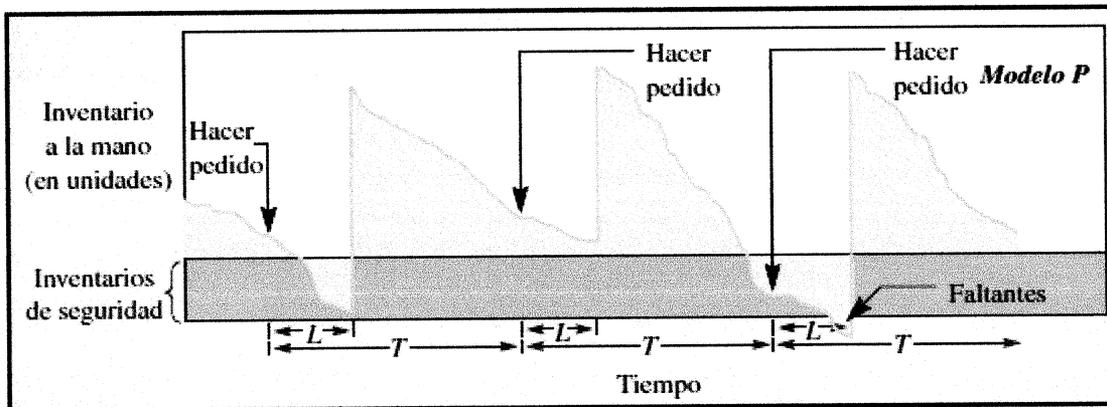
Para el producto Venoseth ventilado cuando las existencias desciendan a 310 se debe realizar un pedido de 386 unidades.

Los datos anteriormente fueron calculados con: un nivel de confianza del 95%, la desviación estándar de cada producto como medida de variación de la demanda y el tiempo desde que se coloca la orden hasta que se encuentra disponible para usarse los cuales influyeron en el cálculo de la dimisión del punto de reorden siendo esta la óptima de acuerdo al sistema de revisión continua.

4.2.2.2 Evaluación de sistema de revisión de inventario cuando la demanda es incierta. Revisión periódica y sistema de repunto de reorden con cantidad variable, sistema (s,S) de reposición opcional

La principal característica del modelo de revisión periódica se basa en que las revisiones de inventario se realizan a intervalos de tiempo fijos (por ejemplo, cada mes o cada semana) y no continuamente. De acuerdo a los niveles de inventario en esta revisión puede hacerse o no un pedido de reposición.

Gráfica 22. Modelo de revisión periódica



Fuente: <https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/caracteristicas-de-un-sistema-de-revision-periodica-de-inventarios-o-modelo-p/>

La gráfica anterior muestra como el inventario de cada producto es revisado a cada intervalo de tiempo T y se realiza una orden por el monto apropiado, es decir que el tamaño del pedido varía conforme al comportamiento de la demanda. Una de las ventajas es que permite emitir ordenes al mismo proveedor. Generalmente un sistema de revisión periódica exige un nivel alto de inventario de seguridad en comparación con el sistema de revisión continua.

A continuación se presenta la tabla con los datos del sistema de revisión periódica (s,S) de reposición opcional utilizando los datos de los modelos anteriormente presentados.

Tabla 59. Modelo de inventario de revisión periódica (s, S) de los cinco productos considerados como muestra

Producto	Cantidad económica del pedido (Q)	Punto de reorden (R)	Nivel máximo de inventario (S) = R + Q	Inventario (s) s = R	
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	226	461	= 461 + 226	687	461
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	192	226	= 226 + 192	418	226
Solución salina 0.9% 100 ml	321	312	= 312 + 321	633	312
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	729	1107	= 1107 + 729	1836	1107
Venoseth ventilado, unidad	385	310	= 310 + 385	695	310

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

La política de inventarios del modelo de revisión periódica (s, S) para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra, en el que el intervalo de tiempo entre cada revisión fue de una semana:

Para el producto Ketorolaco Trometamina en cada revisión semanal cuando el inventario llegue a 461 unidades hay que solicitar la cantidad de inventario hasta llegar a la cantidad de 687 unidades tomando en cuenta las existencias al momento de la revisión.

Para el producto Solución Hartmann en cada revisión semanal cuando el inventario llegue a 226 unidades hay que solicitar la cantidad de inventario hasta llegar a la cantidad de 418 unidades tomando en cuenta las existencias al momento de la revisión.

Para el producto Solución salina en cada revisión semanal cuando el inventario llegue a 312 unidades hay que solicitar la cantidad de inventario hasta llegar a la cantidad de 633 unidades tomando en cuenta las existencias al momento de la revisión.

Para el producto Gorro descartable en cada revisión semanal cuando el inventario llegue a 1,107 unidades hay que solicitar la cantidad de inventario hasta llegar a la cantidad de 1,836 unidades tomando en cuenta las existencias al momento de la revisión.

Para el producto Venoseth ventilado en cada revisión semanal cuando el inventario llegue a 310 unidades hay que solicitar la cantidad de inventario hasta llegar a la cantidad de 695 unidades tomando en cuenta las existencias al momento de la revisión.

4.2.2.3 Evaluación sistema de reposición de inventario cuando la demanda es incierta y estrategia de revisión periódica y punto de reorden. Sistema P

A continuación, se presenta el modelo de revisión periódica de inventarios (P) considerando un tiempo de entrega fijo de 18 días y un nivel de servicio esperado del 95% por ser productos prioritarios en la atención hospitalaria.

Tabla 60. Datos para el modelo de revisión de inventarios (P) para los cinco productos hospitalarios considerados como muestra

Producto	Cantidad económica del pedido (CEP)	Demanda anual	Demanda diaria (D)	Tiempo de entrega en días (E)	Duración del intervalo de revisión (P) = CEP/D	
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	226	5566	15	18	= 226/15	14.8
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	192	2401	7	18	= 192/7	29.2
Solución salina 0.9% 100 ml	321	3600	10	18	= 321/10	32.5
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	729	10800	30	18	= 729/30	24.6
Venoseth ventilado, unidad	385	4492	12	18	= 385/12	31.3

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018

Tabla 61. Política de inventarios con el sistema de revisión periódica (P) para los cinco productos considerados como muestra

Producto	Días P+E	Desviación estándar σ_T	σ_{P+E} $= \sigma_T \sqrt{(P+E)/T}$	Demanda (P+E) $= D_{Diaria} * Dias_{(P+E)}$	Nivel de inventario objetivo (N) $= D_{P+E} + (Z_{95\%} * \sigma_{P+E})$	
Ketorolaco Trometamina, ampolla 60mg/2ml, solución inyectable	33	146.4	$= 146.4 \sqrt{33/30}$	153	$= 15 * 33$ 500	752
Solución Hartmann, solución inyectable, frasco de 1000 ml	47	84.4	$= 84.4 \sqrt{47/30}$	106	$= 7 * 47$ 310	485
Solución salina 0.9% 100 ml	51	105.7	$= 105.7 \sqrt{51/30}$	137	$= 10 * 105$ 499	724
Gorro descartable celeste, bolsa de 100 unidades	43	450.7	$= 450.7 \sqrt{43/30}$	537	$= 30 * 43$ 1262	2145
Venoseth ventilado, unidad	49	69.6	$= 69.6 \sqrt{49/30}$	89	$= 12 * 49$ 607	753

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

En el cuadro anterior fue utilizado un valor de nivel de servicio 95% el valor de $Z = 1.64$ que fue obtenido de la distribución normal tipificada.

A continuación, se presentan los valores de la política de inventarios de revisión periódica (P)

Para el producto Ketorolaco Trometamina se debe revisar existencias cada 33 días y solicitar inventario hasta llegar al nivel de inventario de 752 unidades.

Para el producto Solución Hartmann se debe revisar existencias cada 47 días y solicitar inventario hasta llegar al nivel de inventario de 485 unidades.

Para el producto Solución salina se debe revisar existencias cada 51 días y solicitar inventario hasta llegar al nivel de inventario de 724 unidades.

Para el producto Gorro descartable se debe revisar existencias cada 43 días y solicitar inventario hasta llegar al nivel de inventario de 2145 unidades.

Para el producto Venoseth ventilado se debe revisar existencias cada 49 días y solicitar inventario hasta llegar al nivel de inventario de 753 unidades.

Debido a la importancia de contar con existencias de inventario de productos hospitalarios disponibles para su uso en los centros de atención materno infantil, las políticas que garantizan el óptimo abastecimiento son las de revisión continua por su eficacia y su nivel de inventario de seguridad para la atención posibles incrementos de la demanda.

El inconveniente de este sistema en los centros de atención materno infantil es que el modelo de revisión continua no permite realizar ordenes consolidas a los proveedores y puede afectar las negociaciones de compras.

4.3 Componentes de la administración de inventarios²

A continuación, se presentan los componentes de la administración de inventarios que intervienen directamente en la prestación de servicios en los centros de atención materno infantil en la zona uno de la ciudad de Guatemala y que fueron puntos identificados en el diagnóstico inicial:

Justo a tiempo: en los cuatro centros de atención de la salud materno infantil no fue encontrada evidencia de la utilización de los principios que pudieran presentarse como relevantes en la reducción de costos de almacenaje y administración de inventarios derivado de actividades justo a tiempo. Se pudo observar un sistema de reabastecimiento conforme se crea demanda en consumos por la prestación de servicios y venta de medicamentos.

Para algunos productos se identificó una estrategia Min-Max que consiste en que cuando las existencias de inventario de los productos, si estos llegan a cierto nivel que fue designado como cantidad mínima de inventario se realiza una solicitud de reabastecimiento por una cantidad definida como máximo de inventario.

En ningún caso fue encontrado algún registro de que fuera considerada la demanda total que es el resultado de la demanda real más la demanda creada para realizar adecuadamente la planificación de inventario considerando eventos registrados como no regulares para garantizar el nivel de servicio de los clientes y usuarios.

En relación a la frecuencia de pedidos con el fin de realizar actividades de reabastecimiento, fue identificado que estos se realizan en forma mensual y en

² Información obtenida del curso "Rentabilidad a través de la óptima gestión de inventarios y almacenaje" en la fecha junio 2016 Cotrigua (Consejo de usuarios del transporte internacional de Guatemala. Impartido por el Ing. Danilo Monterroso).

muchos casos en forma de pedidos de emergencia para atender falta de existencias lo cual representa poca planificación en la gestión de inventarios.

Los controles que fueron encontrados están enfocados en controlar la profundidad del inventario, es decir, la cantidad de existencias por artículo. En cuanto al ancho del inventario se refiere a la cantidad de productos que se tienen disponibles para la venta y para atender los servicios no fue encontrada evidencia de realizar actividades para evitar pérdidas por baja rotación y por fecha próxima de vencimiento.

No se encontró evidencia de historial de indicadores de almacenamiento ni registros de medición de la productividad y la eficiencia de las operaciones.

En cuanto a las medidas de seguridad industrial fueron encontradas las siguientes medidas para resguardar al personal: equipo de protección personas, extintores, señalización de las áreas, señalización de riesgos en operaciones de almacenamiento. No se encontraron riesgos significativos en cuanto a la seguridad industrial.

Para las actividades de control de inventarios no fue encontrada evidencia de clasificación de artículos de acuerdo a su demanda y fluctuación como las del modelo de control de inventarios presentado en este capítulo.

La rotación de inventario fue el único indicador del cual fue encontrada evidencia y que se lleva un cálculo y registro del mismo.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación relacionados la administración de riesgos en la cadena de abastecimiento en los cuatro centros de atención materno infantil de la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

5.1 Identificación de riesgos

Se identificaron en la cadena de suministros en los centros de atención materno los siguientes riesgos en la gestión de medicamentos y material médico quirúrgico:

1. Riesgos de desabastecimiento por contar con proveedores únicos.
2. Pérdida de clientes por procedimientos o ventas no atendidas por falta de inventario disponible.
3. Incremento en los costos de medicamentos y material médico quirúrgico.
4. Retrasos en entrega de productos por parte de los proveedores.
5. Pérdidas económicas por caducidad de productos por baja rotación de inventarios
6. Aumento de precios en los servicios
7. Contratos cerrados con algunos proveedores generando dificultad en casos de desabastecimiento de productos
8. Retrasos en entrega de productos desde bodega central a bodegas de farmacias y bodega de hospital

5.2 Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos se realizó tomando en cuenta las ventajas competitivas y transformando las mismas en potenciales riesgos para posteriormente evaluar blindar o proteger estas ventajas mediante planes de acción.

La probabilidad y el impacto de los riesgos fueron calculados con información proporcionada por los administradores de los cuatro centros estudiados de atención materno infantil de la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

Tabla 62. Evaluación de riesgos en impacto económico y probabilidad de ocurrencia en los centros de atención materno infantil en la zona uno de la ciudad de Guatemala.

Elemento	Impacto económico	Probabilidad de ocurrencia	VAR (Valor del riesgo)
Desabastecimientos por proveedores únicos	Q4,000.00	25.00%	Q1,000.00
Pérdida de clientes por procedimientos o ventas no atendidos	Q10,000.00	35.00%	Q3,500.00
Incremento de costos de medicamentos y material médico quirúrgico	Q15,000.00	25.00%	Q3,750.00
Retrasos en entrega por parte de proveedores	Q8,000.00	60.00%	Q4,800.00
Pérdidas por baja rotación de inventario	Q3,500.00	15.00%	Q525.00
Aumento de precios (baja rentabilidad)	Q5,800.00	50.00%	Q2,900.00
Poca flexibilidad por contratos cerrados con proveedores	Q12,000.00	20.00%	Q2,400.00
Retrasos en reabastecimientos	Q4,200.00	40.00%	Q1,680.00

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

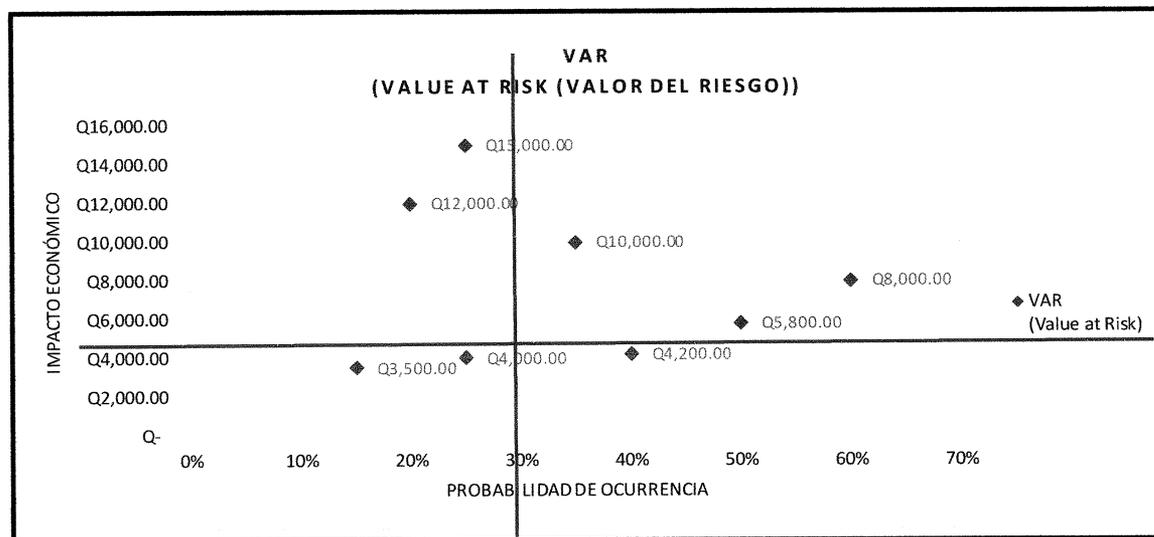
En el cuadro anterior se pueden observar el impacto económico, así como la probabilidad de ocurrencia. Por sus siglas en inglés VAR (Valor del riesgo) se obtiene como resultado de multiplicar ambos datos el impacto económico por la probabilidad de ocurrencia.

El impacto económico representa el valor de una pérdida potencial de cada uno de los elementos que se encuentran vulnerables dentro de la cadena de suministros en los centros estudiados. La probabilidad de ocurrencia fue calculada de acuerdo al número eventos registrados con pérdidas durante el período de un año dividido el número total de eventos.

Los datos calculados en la columna Var (valor del riesgo) representan el valor máximo de pérdida probable con un intervalo de confianza determinado y sobre

cierto periodo de tiempo. Se obtiene multiplicando el impacto económico calculado por la probabilidad de ocurrencia.

Gráfica 23. Análisis de riesgos en la cadena de suministro en centros de atención materno infantil de la zona uno de la ciudad de Guatemala



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada en julio 2018.

En la gráfica anterior se pueden visualizar por medio de los puntos los riesgos con su respectiva ubicación en el plano cartesiano. El eje horizontal corresponde a la probabilidad de ocurrencia y en el eje vertical se muestra el impacto económico.

En este modelo se pueden establecer límites tanto de la probabilidad de ocurrencia como del impacto económico para determinar los riesgos de mayor impacto y por lo tanto de atención inmediata y así establecer en este orden los planes de mitigación correspondientes.

El modelo Var fue diseñado para identificar los casos con un impacto económico mayor de Q 5,000.00 y con una probabilidad de ocurrencia de 30% o más con este escenario los eventos que probablemente sucedan son los siguientes:

- Pérdida de clientes por procedimientos o ventas no atendidos
- Aumento de precios de medicamentos y material médico quirúrgico

- Retrasos en entregas por parte de los proveedores

5.3 Mitigación de riesgos

En la mitigación de riesgos se determinaron las acciones que podrían eliminar o reducir o aceptar los riesgos. También incluye planes de acción que no se abordan en esta investigación sino solamente se dejan las bases para futuras investigaciones por no ser este el objeto de estudio.

Los tres riesgos que requieren su atención inmediata y asignación de recursos para su mitigación son los siguientes.

1. Pérdidas de clientes por procedimientos o ventas no atendidos
2. Retrasos en entregas por parte de proveedores
3. Posible aumento de precios (baja rentabilidad)

Ante los riesgos identificados mediante la herramienta Var, es necesario establecer medidas de contingencia para evitar eventos que afecten la disponibilidad de productos como contar con proveedores alternativos y negociaciones efectivas por volúmenes de compra.

CONCLUSIONES

1. La hipótesis planteada se comprueba debido a que las políticas en la discusión de resultados justifican la optimización de los niveles de inventario y atienden el nivel de servicio deseado y aseguran la disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico, buscando el resultado de clientes y usuarios satisfechos en la prestación de servicios.
2. En el diagnóstico inicial se identificó bajo control en la revisión de niveles de inventario disponible, falta de establecimiento del nivel de servicio deseado por producto, 21% de desabastecimiento por falta de inventario disponible y en el año 2017 un monto de Q 22,429.62 en pérdidas por obsolescencia de productos debido al bajo control de inventarios.
3. Los modelos de revisión de inventarios que garantizan la disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico son: a) estrategia de revisión continua y sistema de punto de reorden con cantidad fija, el cual contempla mantener inventario de seguridad para proteger de aumentos inesperados en la demanda tanto de consumos y venta de productos hospitalarios y b) estrategia de revisión periódica con punto de reorden con cantidad variable para los productos de venta en farmacias.
4. Las políticas que garantizan el óptimo abastecimiento de inventario de medicamentos y material médico quirúrgico en los centros de atención materno infantil en la zona 1 municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala son las de revisión cuando la demanda es incierta debido a que consideran mantener un inventario de seguridad para atender eventualidades y corresponden a un nivel de servicio que se desea brindar de acuerdo a la naturaleza e importancia de cada producto en la prestación de servicios.
5. Las políticas actuales de inventario en comparación con el modelo de CEP muestran en el 80% de los casos costos cercanos a los óptimos que fueron

analizados en los modelos, sin embargo, en el 20% restante se observaron reducciones significativas en los costos anuales de las políticas analizadas.

6. Dentro de los componentes de la administración de inventarios fue encontrada evidencia del establecimiento del indicador de rotación de inventarios, control de las cantidades de inventario a solicitar y directrices que propician el establecimiento de políticas de seguridad industrial.
7. Los principales riesgos identificados derivado de las interrupciones de inventario para la adecuada atención de clientes y usuarios en los centros privados de atención materno infantil son las siguientes: desabastecimiento por negociaciones de compra con proveedores únicos, pérdida de clientes y usuarios por procedimientos y ventas no atendidas, incremento en los costos de medicamentos y material médico quirúrgico, retrasos en entrega por parte de los proveedores, baja rotación de inventarios, baja rentabilidad, poca flexibilidad por contratos cerrados con proveedores y retrasos en reabastecimientos por incrementos de la demanda.

RECOMENDACIONES

1. En relación a los modelos de Cantidad Económica del Pedido para establecer la cantidad óptima para realizar pedidos tanto de medicamentos como de material médico quirúrgico se garantizan mejoras en los costos totales de las políticas de inventarios mediante su implementación.
2. Para casos particulares utilizar los modelos de políticas de inventario que contemplan rebaja en precios por volumen o entregas graduales para optimizar los costos de los artículos o las restricciones de espacio físico que pueden ser solventadas por la implementación de dichas políticas.
3. Utilizar los modelos de revisión continua y periódica que contemplan niveles de inventario de seguridad y que gestión el nivel de servicio que se desea brindar utilizando la curva normal. Estos modelos que contemplan inventario de seguridad garantizan la atención y minimizan los impactos negativos por retrasos en entregas u otras causas no controladas.
4. Implementar un sistema de rendición de cuentas mediante la implementación de indicadores de atención de servicio para controlar el control de eventualidad ocultas que pueden afectar el servicio a clientes y usuarios que puede afectar el grado de satisfacción esperado.
5. Se deja un campo que podría ser desarrollado en futuras investigaciones en cuanto a la elaboración de planes de acción que buscarían blindar las ventajas competitivas mediante la intervención oportuna de las áreas administrativas que se encargan de velar por la óptima gestión de inventarios.
6. Para el análisis de las políticas de inventario los principales desafíos que fueron sorteados fueron en relación a la disponibilidad de tiempo por parte de las áreas responsables de velar por la administración de inventarios por lo que se sugiere elaborar herramientas que busquen minimizar el impacto negativo de esta realidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre Lasprilla, S. et. al. 2014. Parametrización y evaluación de una política de inventario (s, Q) en hospitales: un caso de estudio en la ciudad de Barranquilla. Vol. 13. 99-105 p.
2. Anderson et. al. 2011. Métodos cuantitativos para los negocios. 11ª ed. México. Editores ,S.A. de C.V.
3. Ballau, Ronald H. 2004. Logística. Administración de la cadena de suministros. 5ª . Ed. México. Pearson educación. 816 p.
4. Carro Paz, R; González Gómez, D. Administración de las operaciones. Logística empresarial. Facultad de ciencias económicas y sociales. Universidad Nacional de Mar del Plata. 1 apuntes de estudios. 10ª Ed. México McGraw Hill.
5. Castillo Gómez, Karla Alicia. Propuesta de política de inventarios para productos "A" de la empresa REFA Mexicana S.A. de C.V., Tesis. Universidad de las Américas Puebla, 2005
6. Chase R; Jacobs F; Alquiano N. 2009. Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro. 12ª Ed. México. McGraw Hill 776 P.
7. Congreso internacional en ciencias administrativas (17,2013, San Luis Potosí)
8. Eppen, G.D. 2000. Investigación de las operaciones en la ciencia administrativa. 6ª. Ed. México. Prentice Hall. 792 p.
9. Espeso, PA. 2016. Aplicación práctica de los modelos de gestión de inventarios: caso de una farmacia de Villafañe. Tesis grado en administración y dirección de empresas. León, España. Universidad de León.

10. González, D y Sánchez, G. 2010. Diseño de un modelo de gestión de inventarios para la empresa Importadora de vinos y licores Global Wine and Spirit Ltd. Tesis Ingeniero Industrial. Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 122 p.
11. Guerrero Salas, H. (2009). Inventarios: manejo y control. Colombia, Ecoe ediciones. Primera edición. 180 p.
12. Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill Interamericana. sexta edición.
13. Hiller, F, Lieberman, G; 2010. Introducción a la investigación de operaciones. México. McGraw-Hill. Novena edición. 978 p.
14. IICA/CATIE. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1999). Redacción de Referenciar Bibliográficas: Normas Técnicas del IICA Y CATIE. Turrialba, Costa Rica. Biblioteca Conmemorativa Orton. Cuarta edición.
15. López, E. 2002. Diseño de un sistema de administración y control de inventario para el almacén de repuestos de una empresa de servicio de unidades autobuseras. Tesis Maestría en Gerencia de mantenimiento. Venezuela, Universidad del Zulia. 72 p.
16. Lyon, B; Hollcroft, B. 2012. Evaluaciones de Riesgos. Las 10 deficiencias principales y consejos para mejorar.
17. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Nacional de Estadística (INE), ICF Internacional, 2017. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015. Informe final. Guatemala
18. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Análisis de situación de Salud Guatemala 2016.

19. Montanez L., Granada I., Rodríguez R. y Veverka J. (2015). Guía logística: aspectos conceptuales y prácticos de la logística de carga. Banco Interamericano de desarrollo (BID).
20. Noori, H.; Radfor, R. (1997). Administración de operaciones y producción: Calidad Total y respuesta sensible rápida. Colombia. McGraw-Hill Interamericana. Primera edición.
21. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Industrial. (2010) Diseño de un modelo de inventarios para la empresa importadora de vinos y licores Global Wine.
22. Render, B. (2009). Principios de administración de operaciones. México. Pearson educación. Séptima Edición. 752 p.
23. Robussté, F. (2005). Logística de transporte. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica. Primera edición. 200 p.
24. Sánchez Cuenca, V. 2015. El control de los inventarios y su aporte en los estados financieros de la empresa. Tesis Licenciatura en ingeniera en contabilidad y auditoría CPA. Universidad técnica de Machala.
25. Schroeder, R. (2005). Administración de operaciones. Concepto y casos contemporáneos. Colombia. McGraw-Hill Interamericana. Primera edición.
26. Silver, E. A., (2008). "Inventory management: An overview, Canadian publications, practical applications and suggestions for future research", en Information Systems and Operations Research, Vol. 46, No. 1, pp.15-28
27. Taha, H. (1995). Investigación de Operaciones. México. Alfaomega Grupo Editor. Quinta edición.
28. Taha, H.A. 2012. Investigación de operaciones. 9ª. Ed. México. Prentice educación. 824 p.

29. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Documentación Vitalino Girón Corado. (2001). Normas para la Elaboración de Bibliografías en Trabajos de Investigación. Licda. Dina Jiménez de Chang. Segunda edición.
30. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Guía metodológica para la elaboración del plan e informe de investigación de postgrado de Ciencias Económicas.
31. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Normativo de Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias.
32. USAID. Proyecto Deliver. (2014) Estudio de costos de la cadena de suministros del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala.
33. Vidal Holguín C.J. 2011. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Programa editorial universidad del Valle. 436 p.
34. Zapata, C.J. 2014. Fundamentos de la gestión de inventarios. Centro editorial Esumer. 68 p.

EGRAFIA

1. Aguirre, S, Ardila L, Figueroa L y Romero D. 2015. Parametrización y evaluación de política de inventario (S,Q) en hospitales: Un caso de estudio en la ciudad de Barranquilla. Recuperado de: http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/364/pdf_10 (Consultado el 20/06/2018)
2. Carro, R y González D. Logística empresarial. Recuperado de: <http://nulan.mdp.edu.ar/2265/1/carro.gonzalez.2015.pdf> (Consultado el 15/06/2018)
3. Cien (Centro de investigaciones económicas nacionales, GT). 2011. Propuesta para mejorar la salud materno infantil. Recuperado de: http://www.mejoremosquate.org/cms/content/files/diagnosticos/sociales/Propuesta_salud_materno_infantil.pdf (Consultado el 10/06/2018)
4. Definición de la operacionalización de variables. Recuperado de: <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-operacionalizacion-de-variables.html> (Recuperado 08/07/2018)
5. Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. Manuales de investigación aplicada. Recuperado de: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf (Recuperado el 03/07/2018)
6. Izar, J. y Méndez, H. 2013. Estudio comparativo de aplicación de 6 modelos de inventarios para decidir la cantidad y punto de reorden de un artículo. Recuperado de: https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_16.pdf (Consultado el 12/05/2018)

7. Lyon, B. y Hollcroft, B. Evaluaciones de riesgos. Las 10 deficiencias principales y consejos para mejorar. Recuperado de: <https://docplayer.es/1434571-Evaluaciones-de-riesgos-las-10-deficiencias-principales-y-consejos-para-mejorar.html> (Consultado el 01/07/2018)
8. Mora, L. Indicadores clave de la gestión logística Recuperado de: http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf (Consultado el 08/06/2018)
9. MSPYA (Ministerio de salud pública y asistencia social GT) 2011. Guía para la implementación de la atención integral materna y neonatal. Recuperado de: https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_docman&view=document&layout=default&alias=567-2011-guia-para-la-implementacion-de-la-atencion-integral-materna-neonatal&category_slug=sfc-salud-reproductiva-materna-y-neonatal-nacional&Itemid=518 (Consultado el 05/05/2018)
10. MSPYA (Ministerio de salud pública y asistencia social GT) 2011. Modelos innovadores de salud en América Latina la experiencia en Guatemala. Recuperado de: <http://www.paho.org/nutricionydesarrollo/wp-content/uploads/2013/09/Guatemala.pdf> (Consultado el 12/ 05/2018)
11. MSPYAS (Ministerio de salud pública y asistencias social, GT) 2012. Perfil farmacéutico de la ciudad de Guatemala. Recuperado de: http://www.who.int/medicines/areas/coordination/pscp_guatemala_sp.pdf (Consultado el 20/06/2018)
12. Operacionalización de variables. Dimensiones. Recuperado de: <http://www.uap.edu.pe/intranet/fac/material/07/20122BX070307511070110011/20122BX07030751107011001137201.pdf> (Recuperado 09/06/2018)
13. Reyes, P 2009. Modelos: políticas de inventario. Ejercicios resueltos. Recuperado de:

http://www.icicm.com/files/MODELOS_POLITICAS_INVENT.doc

(Consultado el 20/05/2018)

14. Técnica Bow tie para análisis de riesgos. Recuperado de:

http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Analisis_Bow_Tie.pdf

(Consultado el 01/07/2018)

15. Usaid. Delivery Project 2015. Caracterización de las cadenas de suministro de medicamentos e insumos médicos en América Latina. Recuperado de:

<http://siapsprogram.org/publication/altdown/characterization-of-the-supply-chains-for-medicines-and-medical-supplies-in-latin-america/spanish/>

(Consultado 29/06/2018)

ANEXOS

Anexo 1. GUIA DE LA ENTREVISTA EN EL TRABAJO DE CAMPO

**Universidad de San Carlos De Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos**

Agradeciendo de antemano la atención y la disponibilidad de acceso a la información que describo a continuación:

1. ¿Cuál es método o la forma para calcular la cantidad que debe ser solicitada de inventario?
2. ¿Cuál es la demanda mensual de consumos y ventas de medicamentos y material médico quirúrgico del año 2017?
3. ¿Cuál es el nivel de servicio por artículo de medicamentos y material médico quirúrgico que se desea brindar?
4. ¿Cuál es el tiempo por artículo desde que se genera una orden hasta que los productos se encuentran disponibles para ser utilizados?
5. ¿Con qué frecuencia se realiza la revisión de existencias con el fin de colocar una orden de pedido si fuera el caso?
6. ¿Cuáles son los costos de almacenamiento de los productos?
7. ¿Cuáles son los costos de obsolescencia?
8. ¿Cuál es el nivel mínimo de inventario que se desea tener en existencias?
9. ¿Cuál es el punto de re orden para realizar un pedido?
10. ¿Cuál es el porcentaje de rotura de stock que se tiene actualmente?
11. ¿Cuántos servicios se dejan de atender mensualmente por falta de disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico?

Por este medio hacemos de su conocimiento que todos los datos serán confidenciales y se utilizarán exclusivamente con fines académicos

Anexo 2. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DEL ALMACÉN

Universidad de San Carlos De Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos

Evaluación de condiciones operativas del almacén

No	Actividad	Recursos
1	Proceso de recepción	Diagrama de flujo
2	Proceso de acomodo	Diagrama de flujo
3	Proceso de almacenaje	Diagrama de flujo
4	Proceso de adquisiciones	Diagrama de flujo
5	Clasificación de inventarios	Diagrama ABC y diagrama de Pareto

Anexo 3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Tipo de variable			Definición						
	Clasificación por su naturaleza	Tipo de valor	Nivel de medición	Categorización o dimensiones	Teórica	Operacional	Indicador	Unidad de medida	Valor	Pregunta
Póliticas de inventario	Independiente Cuantitativa	continua	Razón o proporción	Cantidad de pedido	Es la cantidad óptima que debe ordenarse cada vez que se realice un pedido	Número óptimo de unidades a solicitar menos inventario en tránsito menos unidades disponibles	Número de unidades	Unidad de medida de inventario	Cantidad óptima según modelo de inventario	¿Cuál es el método o la forma de calcular la cantidad solicitada de inventario?
				Inventario de seguridad	Inventario de seguridad es el que se mantiene para compensar los riesgos de paros no planeados de producción o incrementos inesperados de la demanda	Número de unidades de inventario dependiendo del nivel de servicio esperado	Óptima cantidad de unidades de inventario	Unidad de medida de inventario	Proporciona seguridad ante eventuales riesgos	¿Cuál es la dispersión de la demanda? ¿Cuál es el nivel de servicio por producto que se desea brindar? ¿Cuál es el tiempo desde que se genera una orden hasta que los productos están disponibles para su uso?
				Frecuencia de pedidos	Es el número de veces que se realizan los pedidos en una unidad de tiempo	Número de veces que se realizan actividades con el fin de emitir una orden de abastecimiento	Tiempo	Días	Proporciona planificación para las actividades de reabastecimiento	¿Con qué frecuencia realiza revisión de existencias con el fin de colocar una orden si fuera el caso?
Disponibilidad de medicamentos y material médico quirúrgico	Dependiente Cuantitativa	continua	Razón o proporción	Financiera	Costos: productos almacenados, realizar un pedido y obsolescencia	Sumatoria de los costos	Valor monetario	Quetzales	Proporciona una cantidad monetaria para elegir la que genera mas valor	¿Cuáles son los costos de almacenaje de los productos? ¿Cuáles son los costos de realizar un pedido? ¿Cuáles son los costos de obsolescencia?
				Lead Time	Periodo de tiempo comprendido entre el momento de realizar una orden y el tiempo en el cual el producto está disponible para ser utilizado	Tiempo promedio utilizado según sea local/importado	No de días	Días	Proporciona un tiempo estimado para realizar reabastecimiento	¿Cuál es el lead time de cada producto?
				Días o meses de inventario	Es el número de días que esta un producto en la empresa, desde el día que se compra hasta el día en que se vende	Tiempo promedio utilizado	Minimizar la cantidad de días de acuerdo a las condiciones de almacenaje y tiempos de entrega	Días ó meses	Cantidad de días para la atención de la demanda	¿Cuál es la cobertura por día/mes de cada artículo de inventario?
Eficiente presentación de servicios	Dependiente Cuantitativa	continua	Razón o proporción	Rotura de Stock	Es la cantidad de demanda solicitada por un cliente no satisfecha por la ausencia de stock suficiente para atenderla	$Rs = \frac{\text{Cantidad no suministrada}}{\text{Cantidad total solicitada}}$	Porcentaje	Porcentaje	Detecta fallos en la cadena de abastecimiento	¿Cuál es el porcentaje de rotura de stock actualmente?

Anexo 4. Resumen de políticas, modelos y administración de inventarios

	Modelos de inventarios evaluados					Administración de inventarios	Riesgos identificados
	Actual	CEP	Sistema (Q, R)	Sistema (S,s)	Sistema P		
Establecimiento de políticas	Ketorolaco						
	Cantidad a solicitar	464	226	226			
	Revisión	30 días		Continua	Semanal		
	Nivel de servicio			95%	95%	95%	
	Frecuencia de pedidos	12/año	25/año			33 días	
	Punto de reorden			461	461		
	Nivel máximo de inventario				687	752	
	Solución Hartman	Actual	CEP	Sistema (Q, R)	Sistema (S,s)	Sistema P	
	Cantidad a solicitar	200	193	193		Semanal	Desabastecimiento por proveedores únicos
	Revisión	30 días		Continua	Semanal		Pérdida de clientes
	Nivel de servicio			95%	95%	95%	Incremento de costos
	Frecuencia de pedidos	12/año	13/año			47 días	
	Punto de reorden			226	226		
	Nivel máximo de inventario				418	485	
	Solución salina	Actual	CEP	Sistema (Q, R)	Sistema (S,s)	Sistema P	
	Cantidad a solicitar	300	321	321			Retrasos en entrega de proveedores
	Revisión	30 días		Continua	Semanal		Pérdidas por baja rotación de inventarios
	Nivel de servicio			95%	95%	95%	
	Frecuencia de pedidos	12/año	11/año	321 unidades		51 días	
	Punto de reorden			312	312		
Nivel máximo de inventario				633	724		
Gorro descartable	Actual	CEP	Sistema (Q, R)	Sistema (S,s)	Sistema P		
Cantidad a solicitar	900	731	729			Baja rentabilidad	
Revisión	30 días		Continua	Semanal		Poca flexibilidad en la gestión de compras	
Nivel de servicio			95%	95%	95%		
Frecuencia de pedidos	12/año	15/año			43 días		
Punto de reorden			1107	1107			
Nivel máximo de inventario				1836	2145	Retrasos en reabastecimiento	
Venoseth	Actual	CEP	Sistema (Q, R)	Sistema (S,s)	Sistema P		
Cantidad a solicitar	374	386	386				
Revisión	30 días		Continua	Semanal			
Nivel de servicio			95%	95%	95%		
Frecuencia de pedidos	12/año	12/año			49 días		
Punto de reorden			310	310			
Nivel máximo de inventario				695	753		

Anexo 5. CARTA DE APOYO EN LA INVESTIGACIÓN



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, 18 de junio de 2018

A QUIEN INTERESE

Por este medio hago de su conocimiento que el portador de la presente, Ing. Juan Alberto Román Barrios, quien se identifica con su carné No. 100022295 es estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos, en la Escuela de Estudios de postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de san Carlos de Guatemala.

El Ing. Román Barrios se encuentra desarrollando su proyecto de tesis, la cual se titula:
“EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIOS EN CENTROS PRIVADOS DE ATENCIÓN DE SALUD MATERNO INFANTIL, Y SU IMPACTO EN LA ÓPTIMA DISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS Y MATERIAL MÉDICO QUIRÚRGICO EN LA ZONA 1 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL AÑO 2017”

En el proceso de formulación de su informe final el Ing. Román Barrios deberá realizar una investigación de campo, dirigida a los Centros de Atención de Salud Materno Infantil, con el propósito de obtener información que permita sustentar adecuadamente los resultados de su investigación.

En este contexto agradezco anticipadamente su colaboración con el Ing. Román Barrios, en caso requiera alguna información pertinente al tema de investigación, a fin de desarrollar el estudio con la máxima rigurosidad científica.

Atentamente,







MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Director
Escuela de Estudios de Postgrado

Ciudad Universitaria Zona 12, Edificio 5-11 Segundo Nivel Teléfono 2418-8524 PBX: 2418-8000 Ext.1487