

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA  
CLÍNICA FOSCAL**

**WENDY VANESSA PINTO PÉREZ  
NATHALIA RIVERA VILLAMIZAR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2017**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA  
CLÍNICA FOSCAL**

**WENDY VANESSA PINTO PÉREZ  
NATHALIA RIVERA VILLAMIZAR**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniera Industrial**

**Director**

**CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHORQUEZ  
MSC. Ingeniero industrial**

**Tutor**

**JESÚS LEONARDO BLANCO CASELLES  
Químico Farmacéutico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2017**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	21
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	23
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	23
1.1.1 Razón social.....	23
1.1.2 Localización. ....	23
1.1.3 Representante legal. ....	23
1.1.4 Objeto social de la empresa. ....	23
1.1.5 Misión.....	23
1.1.6 Visión .....	24
1.1.7 Mapa de procesos. ....	24
1.1.8 Estructura organizacional. ....	24
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	28
3. OBJETIVOS .....	29
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	29
4. ALCANCE DEL PROYECTO.....	30
5. RESULTADOS ESPERADOS.....	31
6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	32
7. DIAGNÓSTICO .....	34
7.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	36
7.2 PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS .....	38
7.2.1 Almacén general. ....	40
7.2.2 Farmacia de Cirugía. ....	40
7.2.3 Farmacia de Urgencias.....	40
7.2.4 Farmacia de Dispositivos Médicos.....	41
7.2.5 Farmacia Hospitalaria. ....	41
7.3 SOFTWARE SAP.....	42
7.4 INDICADORES ACTUALES .....	43
7.5 VALIDACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	44
7.5.1 Faltantes de los pedidos realizados por los servicios.....	45
7.5.1.1 Faltantes de los pedidos de dispositivos médicos .....	46

7.5.1.2 Faltantes de los pedidos de medicamentos.....	48
7.5.2 Rotación de los inventarios.....	50
7.5.2.1 Rotación de los inventarios de dispositivos médicos.....	51
7.5.2.2 Rotación de los inventarios de medicamentos.....	53
7.5.3 Rupturas y vencimientos.....	55
7.6 ÁRBOL DE PROBLEMAS DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS .....	56
8. MARCO TEÓRICO .....	58
8.1 PROCESO .....	58
8.2 MEJORAMIENTO DE PROCESOS .....	58
8.3 GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO.....	58
8.4 GESTIÓN DE INVENTARIOS .....	59
8.4.1 Clasificación de los inventarios.....	60
8.4.2 Clasificación ABC de los inventarios .....	61
8.4.3 Costos asociados a los inventarios .....	63
8.4.4 Demanda en la gestión de inventarios .....	64
8.4.5 Patrón de demanda .....	65
8.4.6 Pronóstico de demanda.....	67
8.4.6.1 Métodos cualitativos. ....	68
8.4.6.2 Métodos cuantitativos o análisis de series de tiempo. ....	68
8.4.7 Error en el pronóstico de demanda .....	71
8.5 CONTROL BÁSICO DE INVENTARIOS POR DEMANDA.....	73
8.5.1 Modelo de revisión periódica con demanda incierta .....	73
8.6 INVENTARIO DE SEGURIDAD .....	75
8.7 DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LA DEMANDA .....	76
8.7.1 Distribución normal .....	76
8.8 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE .....	77
8.8.1 Prueba Kolmogorov-Smirnov (KS) .....	78
8.9 INDICADORES DE ANÁLISIS DE LOS STOCKS.....	79
8.9.1 Rotación de inventario. ....	79
8.9.2 Cobertura del inventario.....	80
8.10 SEGMENTACIÓN DE PRODUCTOS PARA DETERMINAR EL PRONÓSTICO ADECUADO .....	80
9. FORMULACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	82

9.1 DESCRIPCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS ACTUAL .....	82
9.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS.....	83
9.2.1 Objetivos de la propuesta .....	83
9.2.2 Descripción de la propuesta .....	84
9.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA MEDICAMENTOS.....	102
9.3.1 Objetivos de la propuesta .....	102
9.3.2 Descripción de la propuesta .....	103
9.4 SOLICITUD DE LA DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA DIVISIÓN DE SUMINISTROS .....	115
9.5 PROPUESTA DE MEJORA PARA INSUMOS.....	115
9.5.1 Objetivos de la propuesta .....	115
9.5.2 Descripción de la propuesta .....	116
9.6 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA DE: DISPOSITIVOS MÉDICOS, MEDICAMENTOS, INSUMOS Y “OTROS” .....	127
9.7 SISTEMA DE INDICADORES PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS .....	129
9.7.1 Objetivo de la propuesta.....	130
9.7.2 Descripción de la propuesta.....	130
9.7.3 Plan de implementación.....	130
10. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	132
10.1 IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS, MEDICAMENTOS, INSUMOS Y “OTROS” .....	132
10.2 IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES.....	134
11. CONCLUSIONES .....	144
12. RECOMENDACIONES.....	146
BIBLIOGRAFÍA .....	147

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Cantidad de personas vinculadas en la División de Suministros. ....	26
Tabla 2. Servicios que abastece el almacén general. ....	39
Tabla 3. Promedio de faltantes de medicamentos y dispositivos médicos. ....	45
Tabla 4. Resumen de la clasificación ABC dispositivos médicos. ....	85
Tabla 5. Resultados prueba de normalidad KS Dispositivos Médicos. ....	95
Tabla 6. Valor del inventario de seguridad de dispositivos médicos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90% ....	99
Tabla 7. Diferencia valor del inventario de seguridad teórico de dispositivos médicos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización ....	100
Tabla 8. Valor del inventario de seguridad de dispositivos médicos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85% ....	100
Tabla 9. Diferencia valor inventario de seguridad de dispositivos médicos nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes. ....	101
Tabla 10. Resumen de la clasificación ABC de medicamentos. ....	103
Tabla 11. Resultados prueba de normalidad KS Medicamentos. ....	109
Tabla 12. Valor del inventario de seguridad de medicamentos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90% ....	111
Tabla 13. Diferencia valor inventario de seguridad de medicamentos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización ....	112
Tabla 14. Valor del inventario de seguridad de medicamentos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85% ....	113
Tabla 15. Diferencia valor inventario de seguridad de medicamentos nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes. ....	114
Tabla 16. Resumen de la clasificación ABC de insumos. ....	116
Tabla 17. Resultados prueba de normalidad KS Insumos. ....	122
Tabla 18. Valor del inventario de seguridad de insumos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90% ....	124
Tabla 19. Diferencia valor inventario de seguridad de insumos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización ....	125

Tabla 20. Valor del inventario de seguridad de insumos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85% .....	126
Tabla 21. Diferencia valor inventario de seguridad de insumos: nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes.....	126
Tabla 22. Plan de implementación de las propuestas de mejora de: dispositivos médicos, medicamentos, insumos y otros. ....	127
Tabla 23. Plan de implementación de indicadores.....	130

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Mapa de procesos de la clínica FOSCAL.....	24
Gráfica 2. Rama del organigrama división de suministros.....	25
Gráfica 3. Faltantes dispositivos médicos FOSCAL. ....	46
Gráfica 4. Porcentaje máximo de referencias faltantes de dispositivos médicos.....	47
Gráfica 5. Faltantes medicamentos FOSCAL. ....	48
Gráfica 6. Porcentaje máximo de referencias faltantes de medicamentos. ....	49
Gráfica 7. Rotación de dispositivos médicos.....	51
Gráfica 8. Cobertura de dispositivos médicos.....	52
Gráfica 9. Rotación de medicamentos. ....	53
Gráfica 10. Cobertura de medicamentos.....	54
Gráfica 11. Rupturas, vencimientos y recuperaciones FOSCAL.....	55
Gráfica 12. Árbol de problemas del proceso de gestión de inventarios. ....	57
Gráfica 13. Diversos patrones de demanda.....	66
Gráfica 14. Control de inventario de revisión periódica. ....	73
Gráfica 15. Distribución de la demanda revisión periódica. ....	74
Gráfica 16. Distribución normal de la probabilidad.....	77
Gráfica 17. Errores en la decisión final.....	77
Gráfica 18. Segmentación de productos según variabilidad y volumen de consumo.....	81
Gráfica 19. Gráfico de resumen metodología Croxton Dispositivos médicos. ....	88
Gráfica 20. Pronóstico adecuado para dispositivos médicos de manejo interno. ....	93
Gráfica 21. Dispositivos médicos no normales. ....	96
Gráfica 22. Gráfica de resumen metodología Croxton Medicamentos.....	104
Gráfica 23. Pronóstico adecuado para medicamentos de manejo interno. ....	107
Gráfica 24. Medicamentos no normales.....	110
Gráfica 25. Gráfica de resumen metodología Croxton Insumos.....	118
Gráfica 26. Pronóstico adecuado demanda insumos manejo interno. ....	120
Gráfica 27. Insumos no normales.....	123
Gráfica 28. Porcentaje de error de Dispositivos Médicos. ....	136
Gráfica 29. Porcentaje de error de Medicamentos.....	136

Gráfica 30. Tasa de rotación Dispositivos médicos Agosto 2016 .....	138
Gráfica 31. Tasa de rotación Medicamentos Agosto 2016 .....	138
Gráfica 32. Cobertura dispositivos médicos Agosto 2016 .....	139
Gráfica 33. Cobertura Medicamentos Agosto 2016 .....	140
Gráfica 34. Nivel de servicio de dispositivos médicos Agosto de 2016 .....	141
Gráfica 35. Nivel de servicio Medicamentos Agosto 2016 .....	142

## LISTA DE ANEXOS

**Estos anexos están en carpeta aparte**

- ANEXO 1. Organigrama de la FOSCAL
- ANEXO 2. Descripción de la herramienta de análisis de compra
- ANEXO 3. Descripción del proceso de planificación farmacia cirugía 1041
- ANEXO 4. Descripción del proceso de planificación farmacia urgencias 1045
- ANEXO 5. Descripción del proceso de planificación farmacia dispositivos médicos 1043
- ANEXO 6. Descripción del proceso de planificación farmacia hospitalaria 1043
- ANEXO 7. Diferencia entre ítem y cantidad
- ANEXO 8. Pendientes medicamentos y dispositivos médicos
- ANEXO 9. Rupturas, vencimientos y recuperaciones
- ANEXO 10. Herramienta análisis de datos
- ANEXO 11. Escatergrama dispositivos médicos
- ANEXO 12. Modelo de pronóstico ideal para cada dispositivo médico que se planifica
- ANEXO 13. Pronóstico adecuado para dispositivos médicos en consignación y consenso
- ANEXO 14. Pasos seguidos para realizar la prueba de kolmogorov –smirnov
- ANEXO 15. Comparación inventario de seguridad teórico vs. real dispositivos médicos
- ANEXO 16. Escatergrama medicamentos
- ANEXO 17. Modelo de pronóstico ideal para cada medicamento que se planifica
- ANEXO 18. Pronóstico adecuado para medicamentos en consignación y consenso
- ANEXO 19. Comparación inventario de seguridad teórico vs. Real medicamentos
- ANEXO 20. Propuesta de mejora para otros
- ANEXO 21. Escatergrama insumos
- ANEXO 22. Modelo de pronóstico ideal para cada insumo que se planifica
- ANEXO 23. Pronóstico adecuado para insumos en consignación y consenso
- ANEXO 24. Ficha Técnica Indicadores
- ANEXO 25. Análisis de la herramienta e instructivo para la generación del pronóstico de demanda e inventario de seguridad
- ANEXO 26. Indicador diferencia porcentual entre el pronóstico del consumo

y el consumo real de un artículo

ANEXO 27. Medición de indicadores

ANEXO 28. Indicador nivel de servicio

## GLOSARIO

**CÓDIGO HOMÓLOGO:** número asignado por la clínica a una o más referencias que tienen una misma molécula o composición, pero son fabricadas por diferente laboratorio.

**CONSENSO:** consentimiento o acuerdo que se realiza entre las personas que intervienen en la solicitud de un producto.

**DISPOSITIVO MÉDICO:** cualquier instrumento, máquina, equipo biomédico u otro artículo relacionado, que tiene contacto directo con el paciente y se utiliza sólo o en combinación para la atención del mismo.

**INSUMOS:** hace referencia a los elementos de esterilización, sustancias químicas, dotación de empleados, elementos de oficina, papelería y demás que se adquieren para el buen funcionamiento de los servicios de la clínica.

**INVIMA:** Entidad pública perteneciente al sistema de salud, encargada de la vigilancia de la calidad de medicamentos y productos alimenticios.

**MEDICAMENTO:** mezcla farmacéutica obtenida a partir de principios activos, con o sin sustancias complementarias, destinada para ser administrada a las personas con el fin de prevenir, diagnosticar, aliviar, tratar o mejorar las enfermedades.

**MERCANCÍA EN PROPIEDAD:** se refiere a los pedidos que son entregados por los proveedores con factura e ingresan en calidad de inventario propio a la institución.

**MERCANCÍA EN CONSIGNACIÓN:** hace referencia a los pedidos que son entregados por los proveedores con remisión a la institución y al final de cada mes son facturados según el reporte del consumo de los productos.

**MÓDULO:** parte del sistema de información SAP que agrupa diferentes transacciones dependiendo del área funcional de la empresa y comparte datos con otros módulos.

**PRINCIPIO ACTIVO:** sustancia extraída de un organismo vivo que purificada o modificada químicamente contiene cualidades farmacológicas.

**RESERVA:** solicitud de medicamentos y/o dispositivos médicos que los servicios de la institución realizan al almacén general por medio del sistema de información SAP.

**SAP:** software ERP (Enterprise Resource Planning) que integra en un único sistema los procesos de las diferentes áreas de la empresa en tiempo real, a través de módulos.

**TRANSACCIÓN:** en términos de SAP, una transacción se identifica por un código único que el usuario digita para acceder a la funcionalidad requerida. Una transacción está compuesta de una o varias pantallas, en las que se solicita datos referentes a la operación que se desea ejecutar.

## RESUMEN

**TÍTULO:** MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA CLÍNICA FOSCAL. \*

**AUTOR:** Nathalia Rivera Villamizar

Wendy Vanessa Pinto Pérez. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento, Dispositivos médicos, Medicamentos, Proceso, Gestión de Inventarios, Indicador.

### DESCRIPCIÓN

El presente proyecto de grado se desarrolla con el fin de brindar alternativas de mejora para el proceso de gestión de inventarios de medicamentos y dispositivos médicos en la división de suministros de la clínica FOSCAL, el cual es de gran importancia para el manejo adecuado de los productos y para cumplir con uno de los objetivos principales de la institución: la satisfacción del paciente.

Para conocer el proceso de gestión de inventarios de la institución así como las falencias que se presentan en este, se parte de un diagnóstico inicial, en el que se incluye la identificación de las generalidades de la clínica, las actividades relacionadas con el proceso de gestión de inventarios y la obtención de información que expone los principales problemas en las operaciones. Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico, se plantean y estructuran propuestas de mejora, las cuales consisten en el diseño de una metodología para gestionar los inventarios basada en técnicas de pronósticos de demanda, la clasificación de los inventarios según el valor del consumo de los productos y su coeficiente de variación, la estimación de los niveles de inventario de seguridad según el nivel de servicio deseado, la formulación de indicadores para el proceso en estudio y el diseño de una herramienta digital. Finalmente, se procede a implementar las propuestas de mejora aprobadas por los directivos de la institución y se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director, Msc. Carlos Eduardo Díaz Bohórquez. Tutor. QF Jesús Leonardo Blanco Caselles.

## ABSTRACT

**TITLE:** IMPROVEMENT OF INVENTORY MANAGEMENT PROCESS OF THE FOSCAL CLINIC.\*

**AUTHOR:** Nathalia Rivera Villamizar

Wendy Vanessa Pinto Pérez. \*\*

**KEYWORDS:** Improvement, Medical Devices, Medicaments, Process, Inventory Management, Indicator.

### DESCRIPTION

The present grade Project is developed in order to provide improvement alternatives for the inventory management process for medicines and medical devices in the supply division of the Foscal clinic, which is of great importance for the proper products management and to fulfill one of the main institution objectives: the patient satisfaction.

In order to know the institution inventory management process as well as the shortcomings that are presented on this one, it begins with an initial diagnosis wich includes the clinical generalities identification, the activities related to the inventory management process and the obtaining of information that exposes the main operation problems. Taking into account the diagnostics result, the improvement proposals are proposed and structured, which consist of the methodology to manage inventories based on demand forecasting techniques, the inventories classification according to the products consumption value and it's coefficient variation; the estimation of safety inventory levels according to the Service level desired, the indicators formulation for the study process and the design of the digital tool. Finally, we proceed to implement the improvement proposals approved by the institution's directors and present the respective conclusions and recommendations.

---

\* Grade Project

\*\* Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director, Msc. Carlos Eduardo Díaz Bohórquez. Tutor. QF Jesús Leonardo Blanco Caselles.

Objetivo	Cumplimiento	Pág.
Realizar un diagnóstico y caracterizar la situación actual del proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL.	7. DIAGNÓSTICO	27
Clasificar los medicamentos y dispositivos médicos que maneja actualmente la clínica FOSCAL dependiendo de su volumen y variabilidad, siguiendo la metodología de Croxton.	9.2. PROPUESTA DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS Descripción de la propuesta: Fases 1 y 2 9.3. PROPUESTA DE MEJORA PARA MEDICAMENTOS Descripción de la propuesta: Fases 1 y 2	76  93
Determinar un modelo de pronóstico que se ajuste a las características de la demanda, e incremente la efectividad del pronóstico actual.	9.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS Descripción de la propuesta: Fases 3 y 4 9.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA MEDICAMENTOS Descripción de la propuesta: Fases 3 y 4	78  94
Establecer los inventarios de seguridad de los medicamentos y dispositivos médicos de la clínica FOSCAL, teniendo en cuenta el nivel de servicio.	9.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS Descripción de la propuesta: Fases 5 y 6 9.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA MEDICAMENTOS Descripción de la propuesta: Fases 5 y 6	86  97
Implementar mejoras en el proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL según lo permita la gerencia.	10. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA	116
Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y controlar el proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL.	9.7. SISTEMA DE INDICADORES PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS	114

## INTRODUCCIÓN

La gestión de los inventarios consiste en el manejo adecuado de los productos con el fin de proporcionar las cantidades necesarias en el momento en que sean requeridas. Los dos objetivos esenciales por los que las organizaciones en la actualidad gestionan de forma eficiente los inventarios son: en primer lugar lograr la minimización de la cantidad de productos almacenados, pues esto ocasiona que la organización incurra en costos adicionales tales como los costos de almacenamiento, tratamiento y deterioro, entre otros costos diferentes a los de su operación normal; en segundo lugar se asegura la disponibilidad de las cantidades suficientes para el desarrollo normal de las actividades diarias y con esto se cumple con los niveles de servicios establecidos.<sup>1</sup>

La manera como se gestionan los inventarios no es la misma para todas las organizaciones ni para todos los productos, ésta depende de las características que se evidencien. Para iniciar la gestión de los inventarios es esencial conocer cuál es el comportamiento de cada uno de los artículos que maneja la organización y cuál es el impacto que tienen tanto en valor monetario como en cantidad de consumo, esto permite visualizar cuáles son aquellos productos a los que se les debe prestar mayor atención en el momento de la planificación y cuáles son aquellos que por su comportamiento no afectan significativamente los resultados. Luego de que se conoce cuál es el impacto de los productos en los inventarios, es importante analizar cuál es el comportamiento de la demanda con el fin de establecer qué tipo de análisis se aplica para la proyección de las necesidades, también para prever cuáles son los niveles de stock de seguridad que deben mantenerse con el fin de cumplir con el nivel de servicio establecido y evitar las rupturas en el inventario.

---

<sup>1</sup> PARRA, Diego; PEDRAZA, Laura; TORRES, Viviana. Una clave para el éxito: la logística del almacenamiento. Universidad del Rosario. Facultad de administración. Noviembre 2011. [En línea]. <<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2807/1032423274-2012.pdf;sequence=4>> [Citado en 27 de Septiembre de 2016]

Por las razones anteriormente expuestas, el presente proyecto estará enfocado hacia el análisis de los medicamentos y dispositivos médicos manejados en la clínica FOSCAL y las características que presentan, con el fin de proponer una mejor manera de gestión de los mismos a través de una planificación más acertada de las necesidades reales.

El presente documento está constituido por: Generalidades del proyecto, Marco referencial, Diagnóstico de la empresa, Formulación de propuestas de mejora, Implementación de propuestas de mejora, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

**1.1.1 Razón social.** FUNDACIÓN OFTALMOLÓGICA DE SANTANDER - FOSCAL.<sup>2</sup>

**1.1.2 Localización.** La fundación oftalmológica de Santander se encuentra ubicada en la ciudad de Floridablanca (Santander), en la Calle 155A # 23 – 09 Cañaveral.

**1.1.3 Representante legal.** Dr. Jorge Ricardo León Franco.

**1.1.4 Objeto social de la empresa.** La Fundación Oftalmológica de Santander - FOSCAL es una institución prestadora de servicios médicos generales y especializados que ofrecen atención en todos los campos de la medicina, bajo el criterio de calidad, en el que el paciente es considerado el principal y único objetivo.

**1.1.5 Misión.** Brindar servicios integrales de salud de clase mundial, formación humana y académica, desarrollo científico y esperanza de vida con responsabilidad social.

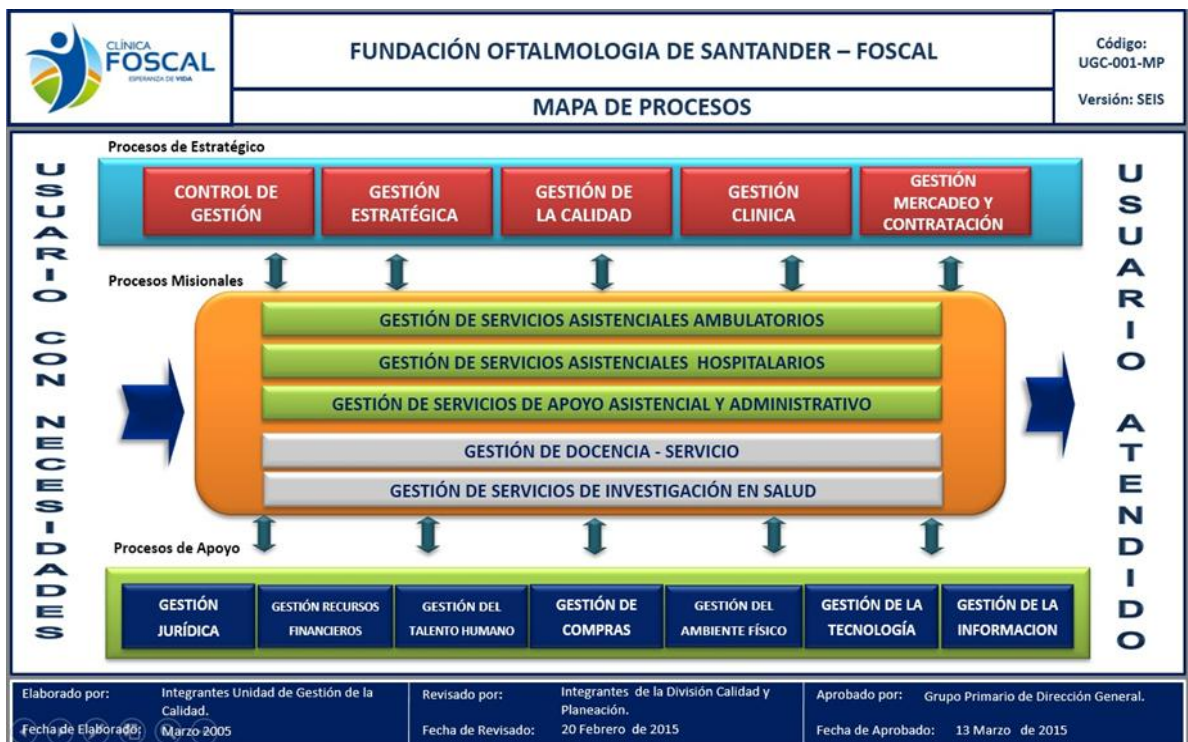
---

<sup>2</sup> Registro Único Empresarial y Social Cámaras de Comercio [en línea]. <[http://www.rues.org.co/RUES\\_Web/consultas/DetalleRUP?codigo\\_camara\\_proponente=05&inscripcion=000000009192](http://www.rues.org.co/RUES_Web/consultas/DetalleRUP?codigo_camara_proponente=05&inscripcion=000000009192)>. [citado en 01 de Noviembre de 2016].

**1.1.6 Visión.** En 2020 seremos un complejo médico líder en seguridad del paciente, humanización, docencia e investigación de América Latina.<sup>3</sup>

**1.1.7 Mapa de procesos.** A continuación se presenta el mapa de procesos de la clínica FOSCAL. Es importante destacar que el proyecto actual va enfocado al proceso de apoyo denominado “Gestión de Compras”. En este proceso está incluida la gestión de los inventarios de la institución.

Gráfica 1. Mapa de procesos de la clínica FOSCAL

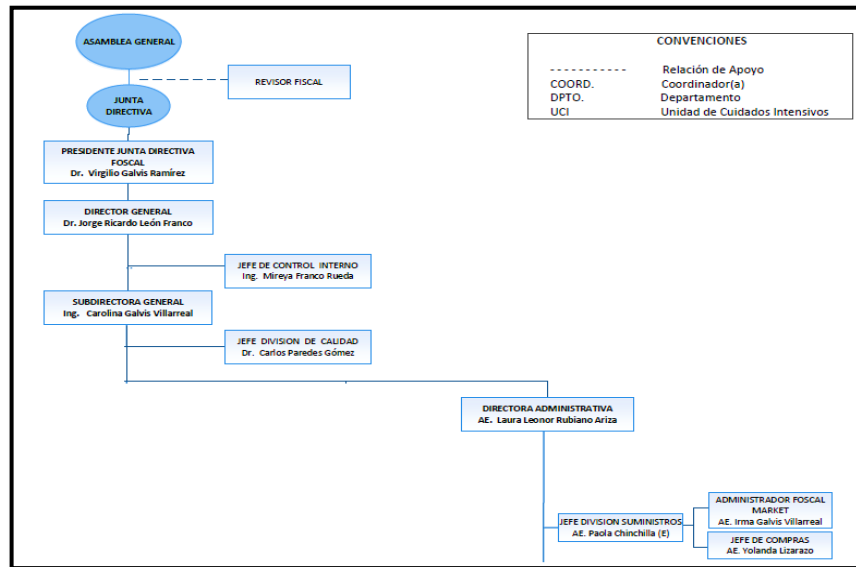


**1.1.8 Estructura organizacional.** El proceso de apoyo “Gestión de Compras” hace parte de la rama administrativa de la clínica, específicamente del área

<sup>3</sup> FOSCAL. Direccionamiento estratégico. [en línea]. <<http://www.foscal.com.co/institucion/empresa/direccionamiento-estrategico>>. [citado en 25 de Septiembre de 2016]

denominada División de Suministros. A continuación se presenta la rama del organigrama en donde se observa la ubicación de la división de suministros:

Gráfica 2. Rama del organigrama división de suministros



En el Anexo 1 se presenta el organigrama completo de la clínica FOSCAL actualizado. En la división de suministros actualmente laboran 64 personas directas. Las personas están agrupadas en cuatro áreas que conforman la División de Suministros: Foscal Market, Compras, Logística y Almacenes. A continuación se describe cada una:

- ✓ **Foscal Market:** unidad de negocio, comúnmente se conoce como ventas de mostrador o ventanilla. Está compuesta por la farmacia de venta al público y un taller de óptica.
- ✓ **Compras:** el área de compras recibe la información de la cantidad de artículos a pedir y del proveedor al que deben comprar. Posteriormente, se encargan de

emitir órdenes de pedido a los proveedores, hacerles seguimiento y asegurarse que la mercancía que se solicita llegue al almacén general.

- ✓ **Logística:** se encarga de hacer la búsqueda, selección y evaluación de los proveedores. Además, envía al área de compras la información relacionada con el proveedor seleccionado, tal como: las políticas de compras (que son establecidas en primera medida por el código del buen gobierno de la institución y en segunda instancia por el comité de compras, el cual está conformado por los directores: financiero, administrativo, médico-científico y la subdirección general) y el precio acordado de los artículos.
- ✓ **Almacenes:** el almacén general se encarga de realizar los procesos de recepción de los productos, almacenaje y conservación en buen estado de los artículos dentro del almacén y finalmente de la distribución de los pedidos a los sub-almacenes y servicios de la institución. Los sub-almacenes se encargan de realizar la planificación y el pedido de los productos a utilizar, de almacenarlos y conservarlos en buen estado y de hacer entrega de los artículos a los respectivos pacientes.

A continuación se relaciona el número de personas vinculadas a la División de Suministros dependiendo del área de trabajo y del cargo que ejercen.

Tabla 1. Cantidad de personas vinculadas en la División de Suministros.

ÁREA	CARGO	CANTIDAD DE PERSONAS VINCULADAS
<b>FOSCAL MÁRKET</b>	Auxiliares y Regentes de Farmacia	15
	Auxiliares de óptica y de taller	10
	Coordinador de óptica	1
	Coordinador de Farmacia Venta Público	1
	Director científico de taller óptica	1
<b>COMPRAS</b>	Asistentes de compras	11
	Jefe área de compras	1

<b>LOGÍSTICA</b>	Auxiliares de logística	8
	Coordinador de logística	1
<b>ALMACENES</b>	Auxiliares de almacén	9
	Auxiliar de almacén y sistemas de información	3
	Auxiliar de consignación	2
	Coordinador de Almacenes	1

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PLOBLEMA

La clínica FOSCAL es una institución que actualmente maneja alrededor de 3500 referencias de medicamentos, dispositivos médicos, insumos, tejidos, entre otras. Partiendo del proyecto realizado por los estudiantes Juliana Bautista y Richard Rey<sup>4</sup> e identificando el proceso de gestión de inventarios se observó que el manejo adecuado de estas referencias es bastante complejo debido a la variabilidad que presenta la demanda a través de los meses. Como consecuencia de la variabilidad, en algunos servicios de la institución existe gran cantidad de inventario y la falta de control hace que se generen vencimientos y deterioro físico de ciertos artículos. Además, uno de los problemas más críticos del proceso es la generación de productos faltantes que son de gran importancia para la atención del cliente externo (paciente) y que en muchas ocasiones no pueden ser reemplazados. Otro problema detectado es la incertidumbre en las fechas de entrega y las entregas incompletas por parte de algunos proveedores. Con respecto a los servicios (clientes internos) de la institución, gran parte de los problemas se presentan porque cada área trabaja de forma independiente y no se tiene establecida una herramienta que permita pronosticar de manera correcta la cantidad de artículos necesarios para satisfacer la demanda, por lo que en repetidas ocasiones se realizan los pedidos basados en la experiencia de cada auxiliar encargado.

Debido a los argumentos antes expuestos, es necesario realizar este proyecto con el fin de mejorar el proceso de gestión de inventarios en la clínica, para así cumplir con la satisfacción de las necesidades del cliente quien es el principal objetivo de la institución y asegurarle la prestación de un servicio eficiente y de excelente calidad.

---

<sup>4</sup> BAUTISTA ROJAS Juliana Vanessa, REY CABALLERO Richard Rolando. Plan de mejoramiento de los procesos de planificación de compras, gestión de inventarios y gestión de almacenamiento en la clínica Foscal. Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Disponible en: Biblioteca UIS. Confidencial piso 3. # inventario: 163212

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento que aumente la efectividad del proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico y caracterizar la situación actual del proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL.
- Clasificar los medicamentos y dispositivos médicos que maneja actualmente la clínica FOSCAL dependiendo de su volumen y variabilidad, siguiendo la metodología de Croxton.
- Determinar un modelo de pronóstico que se ajuste a las características de la demanda, e incremente la efectividad del pronóstico actual.
- Establecer los inventarios de seguridad de los medicamentos y dispositivos médicos de la clínica FOSCAL, teniendo en cuenta el nivel de servicio.
- Implementar mejoras en el proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL según lo permita la gerencia.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y controlar el proceso de gestión de inventarios en la división de suministros de la clínica FOSCAL.

#### **4. ALCANCE DEL PROYECTO**

El alcance del proyecto comprende el diagnóstico y la caracterización del proceso de gestión de inventarios de medicamentos y dispositivos médicos de la clínica FOSCAL, en donde se identifican las principales falencias de este por medio de análisis cuantitativos y cualitativos de la información recolectada. Además, el proyecto comprende el diseño de propuestas que permitan mejorar la operación del proceso como son: la realización de la clasificación ABC de las referencias, la clasificación según la metodología de Croxton de la forma como se administrarán los productos, la validación de los pronósticos de demanda y el cálculo de los inventarios de seguridad según el nivel de servicio esperado. Se implementarán las propuestas que sean autorizadas por los directivos de la institución. Finalmente se formulan indicadores que permitan analizar y controlar el proceso de gestión de inventarios de la clínica.

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

- 1.** Descripción y caracterización del proceso de gestión de inventarios.
- 2.** Análisis del comportamiento de la demanda a partir de la clasificación ABC por tipo de producto.
- 3.** Clasificación de los artículos definiendo teóricamente cuáles deben administrarse internamente y cuáles deben ser administrados por el proveedor.
- 4.** Evaluación y propuesta de los modelos de pronósticos de demanda.
- 5.** Definición de un inventario de seguridad para los artículos con un nivel de significancia que dependa de su clasificación ABC.
- 6.** Establecimiento de indicadores que permitan evaluar de manera correcta la gestión de inventarios en la clínica.

## **6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **ETAPA 1. INICIACIÓN**

Durante esta etapa se conoce la institución, en especial la división de suministros y todas las actividades que componen el proceso de gestión de los inventarios. Así mismo se definen los objetivos, el alcance del proyecto y los resultados esperados al final del desarrollo. Para determinar el alcance del proyecto se hace necesaria una reunión con el director del mismo y el jefe de la división de suministros. En esta se propone definir cuáles son los intereses de la organización partiendo del estado inicial. Además se realizan visitas por parte de las autoras de entre 8 y 16 horas semanales con el fin de recolectar información.

### **ETAPA 2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS**

A través de las entrevistas realizadas en diferentes visitas se caracteriza el proceso de gestión de inventarios y se recolectan datos para realizar un diagnóstico de la situación inicial del mismo. Se identifican falencias cuyas consecuencias se evidencian en los resultados obtenidos luego del análisis del comportamiento de la demanda, porcentaje de pedidos entregados incompletos, rupturas y vencimientos y variabilidad en la rotación. Adicionalmente se determina el estado de la medición actual de los indicadores relacionados con el proceso de gestión de inventarios.

### **ETAPA 3. SEGMENTACIÓN DE LOS PRODUCTOS SEGÚN SU VARIABILIDAD Y VOLUMEN DE CONSUMO**

De acuerdo a las características que se evidencien de las referencias durante el análisis de la información se procederá a clasificar éstas de acuerdo al volumen de

consumo y variabilidad, pues de acuerdo a esta clasificación se definirá la manera cómo deben tratarse tanto en su forma de planificación como en la manera que se adquirirá con los proveedores, es decir, si debe o no ser planificado siguiendo algún modelo y si debe ser propiedad de la empresa o producto en consignación.

#### **ETAPA 4. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA Y FIJACIÓN DE INVENTARIOS DE SEGURIDAD**

En esta etapa se evalúa el comportamiento de la demanda de los productos que son administrados por la institución y se asigna el modelo que mejor se ajuste a las características de cada uno. Seguidamente se establecen los inventarios de seguridad para cada artículo teniendo en cuenta el nivel de servicio deseado.

#### **ETAPA 5. DISEÑO DE INDICADORES**

Esta etapa consiste en el diseño de indicadores que permitan evaluar el funcionamiento del proceso de gestión de los inventarios y la herramienta que será usada para la medición de estos.

#### **ETAPA 6. CIERRE**

Esta etapa comprende las actividades relacionadas con la finalización del proyecto, actividades tales como: presentación de las propuestas de mejora, conclusiones y recomendaciones a la institución, culminación, entrega del libro del proyecto y sustentación final.

## 7. DIAGNÓSTICO

Según Anaya y Polanco<sup>5</sup> un diagnóstico es aquel que tiene como misión detectar aquellos factores críticos que generan situaciones no deseables y que repercuten de forma severa en el margen bruto de la empresa. Este se orienta en encontrar las causas de los factores internos que afectan los procesos logísticos e informar a la empresa de las mejoras potenciales sugiriendo los aspectos que se deben revisar o cambiar. Para poder hacer un diagnóstico adecuado de la situación logística de la empresa se debe definir una metodología que tiene que seguir el analista para saber identificar las diferentes fases, los datos e información que necesita y los instrumentos de apoyo que le ayudarán a obtener diversas conclusiones. Las etapas propuestas por los autores son las siguientes:

1. Entrevista Preliminar con el fin de establecer los objetivos del proyecto, colaboradores y calendario de actuación.
2. Visita a las diversas instalaciones para conocer las generalidades de la organización.
3. Recogida de datos.
4. Validación de datos obtenidos para comprobar la factibilidad y consistencia.
5. Análisis de la situación.
6. Conclusiones e informe final.

Para la realización del diagnóstico del proceso de gestión de inventarios de la clínica FOSCAL se siguieron las etapas anteriormente mencionadas y se utilizaron distintos medios como fuente de información. Dichas etapas se describen a continuación:

---

<sup>5</sup> ANAYA, Julio J. POLANCO, Sonia M. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: E SIC Editorial, 2005. p.98.

- **Entrevista preliminar:** Esta entrevista se llevó a cabo en el mes de Junio y estuvieron presentes el tutor del proyecto, la gestora de proyectos de la clínica, las autoras y la jefe de la división de suministros; aquí se determinaron los resultados esperados generales del proyecto y se definió de qué manera las estudiantes recolectarían la información necesaria para el desarrollo del mismo.
- **Visitas a las instalaciones:** Se realizaron visitas a las instalaciones de 6 a 10 horas semanales entre lunes y viernes con el objetivo de identificar y caracterizar la forma como se llevan a cabo las diferentes actividades involucradas en el proceso de gestión de inventarios. También para conocer el almacén general, los servicios (clientes internos del mismo) y los colaboradores encargados de realizar el proceso de planificación y gestión de los inventarios en cada uno de estos servicios.
- **Entrevistas a colaboradores:** Las entrevistas se llevaron a cabo entre los meses de junio y agosto de 2016. Estas entrevistas se realizaron con: las personas encargadas de los servicios, la jefe del área de compras y los auxiliares, la jefe de la división de suministros, el analista encargado de la planificación del inventario, el jefe del almacén general y algunos auxiliares del mismo. Las entrevistas permitieron a las autoras tener una visión general del proceso y conocer más a fondo la forma como se gestionan los inventarios en cada una de las áreas, las diferentes herramientas utilizadas, el punto de vista de algunos colaboradores y ciertos problemas existentes que se tendrán en cuenta más adelante.
- **Recolección de datos:** La recolección de la información se realizó durante el mes de agosto de 2016. El jefe del almacén general proporcionó información relacionada con la cantidad de faltantes en los pedidos de medicamentos y dispositivos médicos despachados a los principales servicios de la institución

durante el periodo comprendido entre Enero de 2015 y Julio de 2016. Además, la gestora de proyectos facilitó el envío de los procedimientos correspondientes al proceso de gestión de inventarios de la clínica e información administrativa de la organización; y el analista de compras proporcionó información correspondiente a los consumos de los artículos (demanda), valor de consumo, inventario promedio, vencimientos y rupturas, de medicamentos y dispositivos médicos generada entre Enero de 2015 y Julio de 2016. Esta información se utilizó para llevar a cabo el análisis de la situación actual del proceso en estudio.

Con el objetivo de una mayor profundización, se llevó a cabo la caracterización de los procesos afectados y se realizó el análisis de la información recolectada. Estos procesos se describen a continuación:

### **7.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS**

La gestión de inventarios es un proceso de vital importancia para la organización pues de su adecuado funcionamiento depende que se cuente con los productos necesarios para el buen desarrollo de las actividades diarias. Debido a que el número de referencias que maneja la clínica es elevado se debe ser cuidadoso con el tratamiento de la información y disponer de tiempo suficiente para analizarla de manera correcta. Las referencias que maneja la clínica se catalogan en 2 grandes grupos de acuerdo a la negociación en la manera de facturación con el proveedor, estas pueden ser:

- **En propiedad:** Aquellas referencias que se encuentran en los almacenes de la organización, son facturadas cuando ingresan a la institución aún sin haber sido consumidas y están disponibles para ser utilizadas en el momento que se requieran.

- **En consignación:** Son las referencias que se encuentran en el almacén general de la organización y están disponibles para ser utilizadas en el momento que se requieran pero son propiedad del proveedor y se facturan en el momento que surja la necesidad de utilizarlas. El proveedor es el encargado del manejo de estos inventarios, de su control y reabastecimiento.

En el proceso de gestión de inventarios de la clínica FOSCAL intervienen factores como:

- ✓ **Pronóstico de la demanda:** Para llevar a cabo el pronóstico se tienen en cuenta los consumos de los últimos 6 periodos de todas las referencias y se realiza por medio de un promedio móvil simple. El analista revisa cada vez que hace la planificación el resultado para todas las referencias y en algunos casos corrige según su experiencia le indique. El modelo que se usa busca disminuir el exceso de inventario de las referencias con baja variabilidad y en cambio aumentar las existencias de las aquellas referencias que evidencien alta variabilidad y adicionalmente busca suplir las necesidades de productos con un nivel de servicio del 95%.
- ✓ **Clasificación ABC:** mensualmente durante la realización del pedido general, el analista de compras realiza la clasificación ABC de todos los artículos con el fin de establecer cuáles se encuentran dentro de los tipo A pues para estos se hacen dos pedidos en el mes. Esta clasificación se realiza según el consumo total durante los últimos 6 meses y en base a esto se lleva a cabo la planificación de los pedidos.
- ✓ **Tiempo de entrega:** el tiempo de entrega de los pedidos depende de la ubicación de la bodega de los proveedores y de la disponibilidad de los productos y cantidades requeridas; por tanto, en la institución se tiene estimado un tiempo de entrega de 8 días, este tiempo fue establecido de

acuerdo al promedio de días de entrega de los diferentes proveedores en distintos pedidos. El cumplimiento de las entregas en el plazo fijado depende de factores como: disponibilidad en la bodega del proveedor, relación de cartera entre el proveedor y la institución, disponibilidad de medios de transporte, entre otros.

- ✓ **Costos de los inventarios:** Actualmente no se han calculado los costos en los que se incurre durante el proceso de gestión de inventarios.
  
- ✓ **Política de inventarios:** La política de inventarios de la institución fue planteada hace aproximadamente dos años por Baxter, un proveedor cercano. El pedido general se realiza cada 30 días tanto para medicamentos como para dispositivos médicos, no obstante, en los meses en que se presenta faltantes de artículos importantes, se realiza un pedido de refuerzo a mitad de mes procurando que la cantidad de referencias solicitadas sea mínima y suficiente para suplir la demanda de los días del mes que hacen falta. Cabe resaltar que en la institución no se ha determinado una cantidad mínima y máxima de pedido, no se conocen los costos en los que se incurre y se maneja un mismo nivel de servicio para la totalidad de productos.

## 7.2 PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS

La clínica FOSCAL está constituida por múltiples servicios, los cuales son abastecidos por el almacén general de medicamentos y dispositivos médicos. La manera como estos servicios definen las cantidades a pedir es particular para cada uno, es decir, no se cuenta con una estandarización del proceso ni con una herramienta homogénea para la planificación; por lo tanto, cada persona encargada de realizar la planificación en cada servicio define de qué forma hará las proyecciones de sus necesidades. En común se tiene que todos usan un promedio para pronosticar la demanda y que a la proyección se le resta el

inventario existente en el servicio en el momento del análisis para realizar el pedido, adicionalmente todos coinciden en que es necesario reajustar algunas cifras porque por experiencia se consideran pocas o muchas y además porque existe la cultura de que es mejor inflar un poco las cantidades para que se les despache las necesidades reales pues ocurre con frecuencia que los pedidos no se despachen en un 100%. También es necesario para todos asegurarse que los pedidos estén ajustados a la unidad de empaque según lo indique el nombre del ítem, es decir si se requieren 35 tabletas y la unidad de empaque viene por 10, entonces el pedido se debe realizar por 40 unidades, pues de otra manera no será despachado por el almacén y será necesario volver a realizar la reserva en el sistema. Cabe destacar que la planificación en todos los almacenes se realiza por medio de Microsoft Excel y las cantidades a pedir se montan al sistema SAP como reservas. Los servicios que abastece el almacén general son:

Tabla 2. Servicios que abastece el almacén general.

<b>SERVICIOS QUE ABASTECE EL ALMACÉN GENERAL</b>		
Farmacia de urgencias	Farmacia hospitalaria	Central de mezclas
Farmacia dispositivos médicos	Almacén de cirugía	Alto costo
Nutrición	Sedes Bolarquí, Cra. 33, Cra. 36.	Unidad cuidados intensivos
Consulta externa	Promoción y prevención	Torre CAL y Milton Salazar
Lactancia	Sala de partos	Cirugía estética

Sin embargo, en este proyecto se profundizó en la planificación del almacén general y de los servicios que por su alto consumo generan los pedidos con mayor influencia en el inventario de este almacén, estos servicios son: farmacia de urgencias, farmacia hospitalaria, farmacia de cirugía y farmacia de dispositivos médicos. A continuación se describe de forma breve la metodología que se usa en cada uno de estos para llevar a cabo el proceso de planificación.

**7.2.1 Almacén general.** Las proyecciones de la demanda son llevadas a cabo por el analista de compras y para esto se cuenta con una herramienta ofimática en Excel proporcionada hace aproximadamente un año por Baxter, proveedor cercano a la organización. El pedido para este almacén se realiza cada 30 días. La descripción de esta herramienta fue documentada en el proyecto de grado “Plan de mejoramiento de los procesos de planificación de compras, gestión de inventarios y gestión de almacenamiento en la clínica Foscal”<sup>6</sup> y se encuentra en el Anexo 2.

**7.2.2 Farmacia de Cirugía.** En este caso el encargado de la planificación utiliza las cantidades de los consumos de los últimos tres meses y halla un promedio de consumos para pronosticar la demanda de los 15 días siguientes. Este promedio permite ver cuáles artículos, representados por su código (número que se le asigna a cada referencia para su manejo en el sistema SAP), han tenido movimiento durante el periodo de análisis. Luego de conocer el promedio de consumo mensual, este se divide en 30 para conocer la cantidad de consumo o movimiento diario y el movimiento diario se multiplica por 15. Al tener definido el pronóstico el supervisor realiza una comparación con las existencias del almacén y pide según lo que él considere sea necesario. El pedido se realiza y abastece semanalmente, pero debido a que aproximadamente el 85% de las veces llega incompleto prefiere planificarlo para 15 días y que así alcance para la semana completa. El análisis de la herramienta y la profundización en la planificación del pedido se encuentra en el Anexo 3.

**7.2.3 Farmacia de Urgencias.** En la farmacia de urgencias la encargada de la planificación utiliza las cantidades de los consumos de los últimos dos

---

<sup>6</sup> BAUTISTA ROJAS Juliana Vanessa, REY CABALLERO Richard Rolando. Plan de mejoramiento de los procesos de planificación de compras, gestión de inventarios y gestión de almacenamiento en la clínica Foscal. Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Disponible en: Biblioteca UIS. Confidencial piso 3. # inventario: 163212

meses y halla un promedio de consumos para pronosticar la demanda de 10 días, luego contrasta este pronóstico con las existencias del almacén general y pide lo que ella considere sea necesario. El pedido se realiza semanal pero en ciertos casos es necesario hacer dos pedidos en la semana, un pedido para los artículos de baja rotación y otro para los de alta rotación. La profundización en la planificación del pedido se analiza en el Anexo 4.

**7.2.4 Farmacia de Dispositivos Médicos.** En la farmacia de dispositivos médicos se realizan dos pedidos a la semana, uno general (artículos de alta y baja rotación) y otro para productos de alta rotación en caso de que hagan falta. Para el pedido general la encargada de la planificación utiliza las cantidades de los consumos de los últimos tres meses y halla un promedio de consumos para pronosticar la demanda de los 10 días siguientes, luego contrasta este pronóstico con las existencias del almacén general y pide lo que ella considere sea necesario. En caso de que haga falta unidades de alta rotación se realiza el pedido a mitad de semana pronosticando la demanda de los 5 días siguientes pero máximo se pueden solicitar 15 referencias (las que más se necesiten). Si es necesario pedir más de 15 referencias se debe enviar una solicitud a la jefatura expresando la necesidad. La profundización en la planificación del pedido se encuentra en el Anexo 5.

**7.2.5 Farmacia Hospitalaria.** El proceso de planificación de la farmacia hospitalaria a diferencia de los otros servicios es elaborado por cinco personas diferentes. Una se encarga del pedido de medicamentos y dispositivos médicos, otra se encarga de pedir los artículos de alto costo y los controlados (solo los otorga una entidad del estado), otra persona realiza los pedidos de los líquidos que se realizan tres veces por semana, una cuarta persona realiza los pedidos de nutrición y una quinta los de

ventana que son aquellas necesidades que se generan pacientes a los que se les autoriza. Se profundizó en el pedido de medicamentos y dispositivos médicos. Para la planificación del pedido de medicamentos y dispositivos médicos, se utilizan las cantidades de los consumos de los últimos tres meses y se halla un promedio de consumos para pronosticar la demanda de los 15 días siguientes, luego se contrasta con el inventario en el servicio y en el almacén general para hallar las cantidades a pedir. Sin embargo al igual que en los otros servicios es necesario revisar que el pedido se ajuste a las unidades de empaque y así mismo se ajusta de acuerdo a la experiencia. El pedido se realiza semanal, pero como más del 50% de las veces llega incompleto prefiere planificarlo para 15 días y que así alcance para la semana completa. Para profundizar en la planificación diríjase al Anexo 6.

Es importante resaltar que para todos los servicios los pedidos pendientes se pueden solicitar durante el transcurso de la semana al almacén general mediante una reserva en el sistema SAP y si hay existencias se despachan de manera inmediata, de lo contrario las reservas se guardan hasta que llegue nuevo inventario al almacén o hasta que el servicio se dé por vencido y anule la reserva.

### **7.3 SOFTWARE SAP**

SAP (sistemas, aplicaciones y productos) es un ERP informático de gestión empresarial, que permite a las organizaciones planificar y controlar los recursos empresariales para cumplir de forma eficiente los objetivos trazados<sup>7</sup>. Este ERP está compuesto por los módulos: gestión financiera, gestión de gastos generales,

---

<sup>7</sup> KARSZ, Ezequiel. Curso SAP Introductorio. Sección 1: Conceptualizaciones elementales. CVSOFT Colombia. [En línea]. <  
[http://www.cvsoft.com/sistemas\\_sap\\_abap/recursos\\_tecnicos\\_abap/que\\_es\\_sap\\_introduccion\\_sap.php](http://www.cvsoft.com/sistemas_sap_abap/recursos_tecnicos_abap/que_es_sap_introduccion_sap.php)> [Citado en 26 de Septiembre de 2016].

gestión de materiales, planificación de la producción, recursos humanos, ventas y distribución, inteligencia empresarial, tesorería, mantenimiento de planta, gestión de calidad, entre otros; dichos módulos están conectados de manera transversal y se actualizan en tiempo real, lo que permite lograr una administración eficaz de los recursos. SAP fue adquirido por la clínica FOSCAL en el 2013 con el objetivo de facilitar el flujo de información en toda la institución y para su adecuada implementación se realizaron capacitaciones durante los años 2012 y 2013. Las transacciones que actualmente se utilizan en las actividades de la gestión de los inventarios son aquellas disponibles en el módulo de gestión de materiales. Algunas de ellas son:

- ME23N: elaborar y consultar una orden de pedido
- ME2N: consultar órdenes de pedido por su número
- MMBE: consulta de inventario en todos los almacenes de la organización
- MB21: realizar una reserva
- MB52: inventario en cada almacén por producto
- MIGO: movimiento de mercancías
- MB25: visualizar todas las reservas de un mismo servicio
- MC.7: buscar consumos o movimientos de los ítems

#### **7.4 INDICADORES ACTUALES**

En la actualidad la división de suministros maneja dos indicadores que afectan la gestión de los inventarios, estos indicadores son:

- ✓ Fallas presentadas en la recepción técnico administrativa:

$$\text{Falla presentadas} = \frac{\text{número de productos rechazados en la recepción}}{\text{número total de productos recibidos}}$$

La meta de este indicador es estar máximo en el 0,8%. Se mide el número de artículos que se rechazan durante una recepción como consecuencia del no cumplimiento de los requisitos, por ejemplo: no tiene registro INVIMA, su fecha de vencimiento está por debajo de un año a partir de su recepción o que se encuentra en mal estado. No todos los productos se rechazan por no cumplir con los requisitos, en algunas ocasiones se reciben pero es necesario dejar un acta donde conste que se recibió bajo ciertas características y que es responsabilidad del proveedor lo que pueda pasar durante el tiempo que se almacene y que se utilice. La última medición del indicador se realizó durante el mes de Diciembre del año 2016 y los resultados son los siguientes: se recibieron en total 2.365.410 unidades de las cuales fueron rechazadas 20.553 es decir que para este mes el 0,869% de las unidades recibidas fueron rechazadas.

✓ Proporción de compras no planificadas:

$$\text{Proporción C.N.P} = \frac{\text{valor de las compras no planificadas}}{\text{valor total de compras de medicamentos y dispositivos}}$$

Se cuenta como compras no planificadas todas aquellas que se realizan por fuera de las fechas establecidas para el pedido general y el pedido de refuerzo. La meta de este indicador está en máximo alcanzar el 4%, sin embargo este no se ha vuelto a medir por razones internas de la organización.

## **7.5 VALIDACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

Durante las visitas a las instalaciones y las entrevistas a los empleados se observaron situaciones que evidenciaban la existencia de posibles falencias en el proceso de gestión de inventarios. Por lo tanto, con los datos recolectados se realizó un análisis más profundo para llegar a las causas y posteriormente

proponer acciones de mejora. Las falencias y su análisis se presentan a continuación:

**7.5.1 Faltantes de los pedidos realizados por los servicios.** Se generan cuando los servicios realizan una reserva (pedido) al almacén general y este no tiene disponible suficiente cantidad, por tanto no se despachan y el pedido se entrega incompleto. Estas referencias no disponibles se entregan cuando se tengan existencias disponibles o en ciertos casos (como por ejemplo cuando es posible utilizar otro producto para cubrir la misma necesidad) no se despachan. Para evidenciar este problema se recolectaron datos de ítems y cantidades faltantes de los principales servicios de la institución por un periodo de tiempo de 39 semanas entre enero de 2015 y agosto de 2016. La diferencia entre ítem y cantidad se analiza en el Anexo 7.

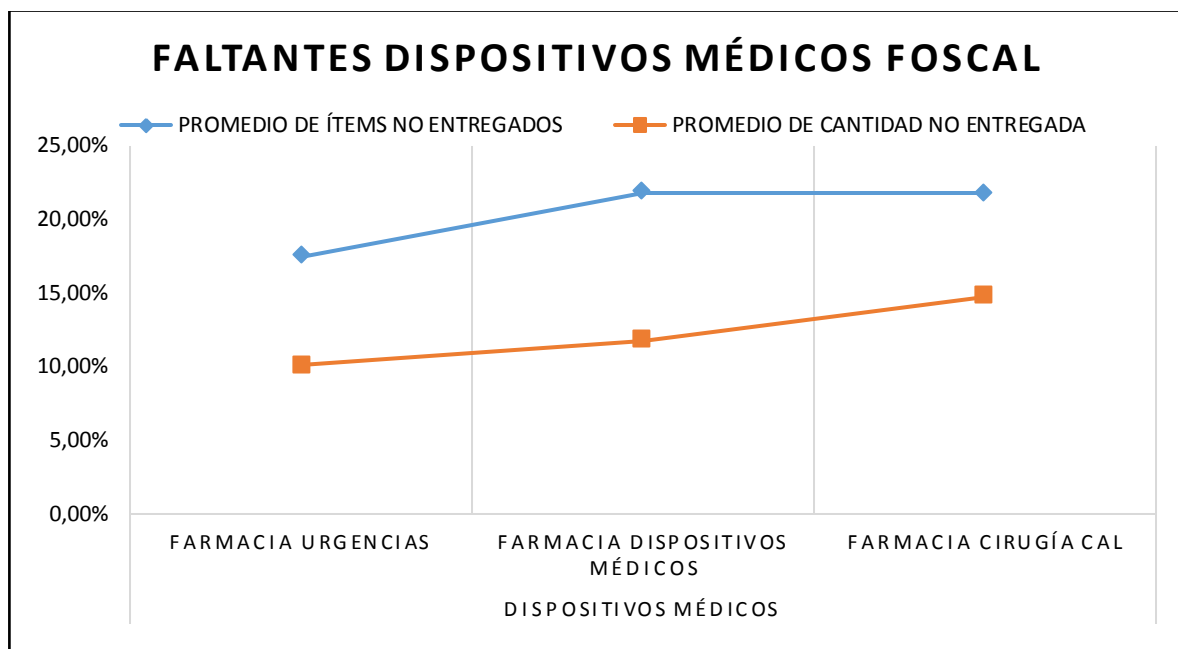
Tabla 3. Promedio de faltantes de medicamentos y dispositivos médicos.

TIPO	ALMACÉN	PROMEDIO DE ÍTEMS NO ENTREGADOS	PROMEDIO DE CANTIDAD NO ENTREGADA
<b>DISPOSITIVOS MÉDICOS</b>	FARMACIA URGENCIAS	17,44%	10,09%
	FARMACIA DISPOSITIVOS MÉDICOS	21,79%	11,75%
	FARMACIA CIRUGÍA	21,74%	14,75%
<b>MEDICAMENTOS</b>	FARMACIA URGENCIAS	24,18%	20,23%
	FARMACIA HOSPITALARIA	25,79%	20,43%
	FARMACIA CIRUGÍA	23,68%	20,16%

En la tabla anterior se resume el promedio durante 39 semanas de los faltantes generados en los pedidos de los cuatro principales servicios de medicamentos y dispositivos médicos. A continuación se presenta el análisis:

7.5.1.1 **Faltantes de los pedidos de dispositivos médicos.** Para los dispositivos médicos se realizó el análisis de los tres principales servicios que son urgencias, dispositivos médicos y cirugía. Estos servicios se han caracterizado por presentar el mayor número de faltantes en la clínica.

Gráfica 3. Faltantes dispositivos médicos FOSCAL.



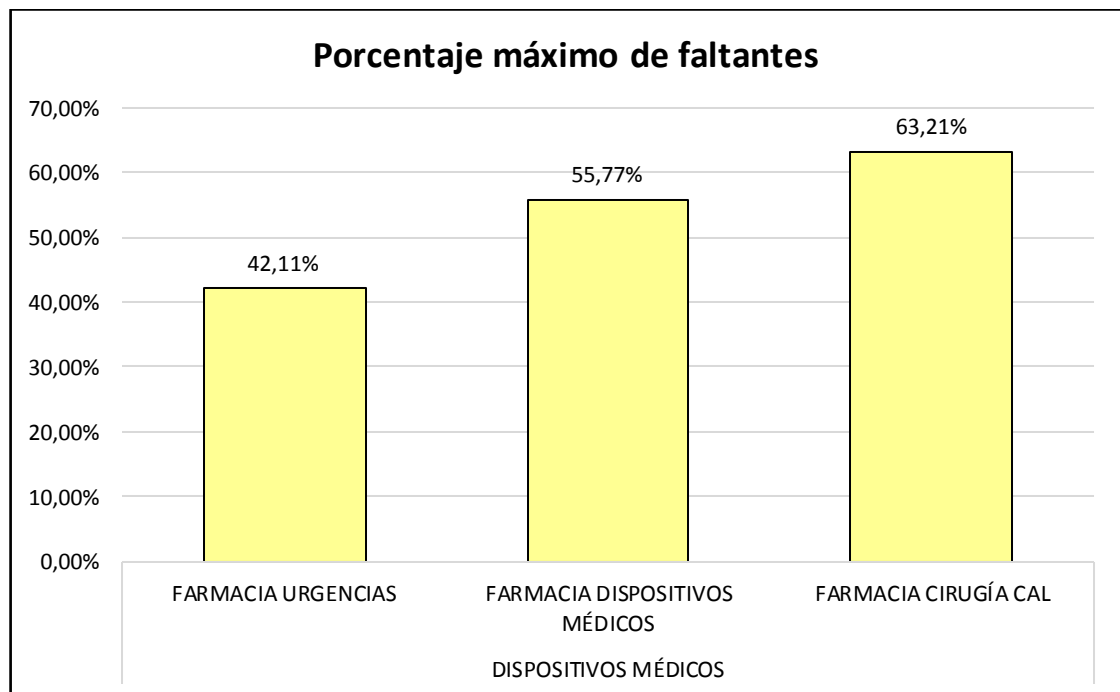
El promedio de ítems no entregados de dispositivos médicos durante las 39 semanas es del 20,32% y de cantidades durante el mismo periodo es de 12,20%. De la gráfica se puede observar que el servicio en el que se generan menos

faltantes es farmacia Urgencias con un promedio de 17,44% de ítems no entregados y 10,09% de cantidades no despachadas. De los 117 pedidos analizados en los 3 servicios cerca del 50% (58 pedidos) presentaron ítems pendientes por encima del 20,32%.

Asimismo, el pedido que presenta mayor número de ítems faltantes durante las 39 semanas se despachó al almacén de cirugía con 63,21% de unidades no entregadas.

Adicionalmente, en los pedidos que se presentaron faltantes, más del 80% de los ítems corresponden al grupo conocido como de alta rotación, éstas referencias representan el 70% del consumo total de la institución. El porcentaje de faltantes restantes se clasifican en el grupo de media y baja rotación y corresponden al 30% del consumo total de la clínica.

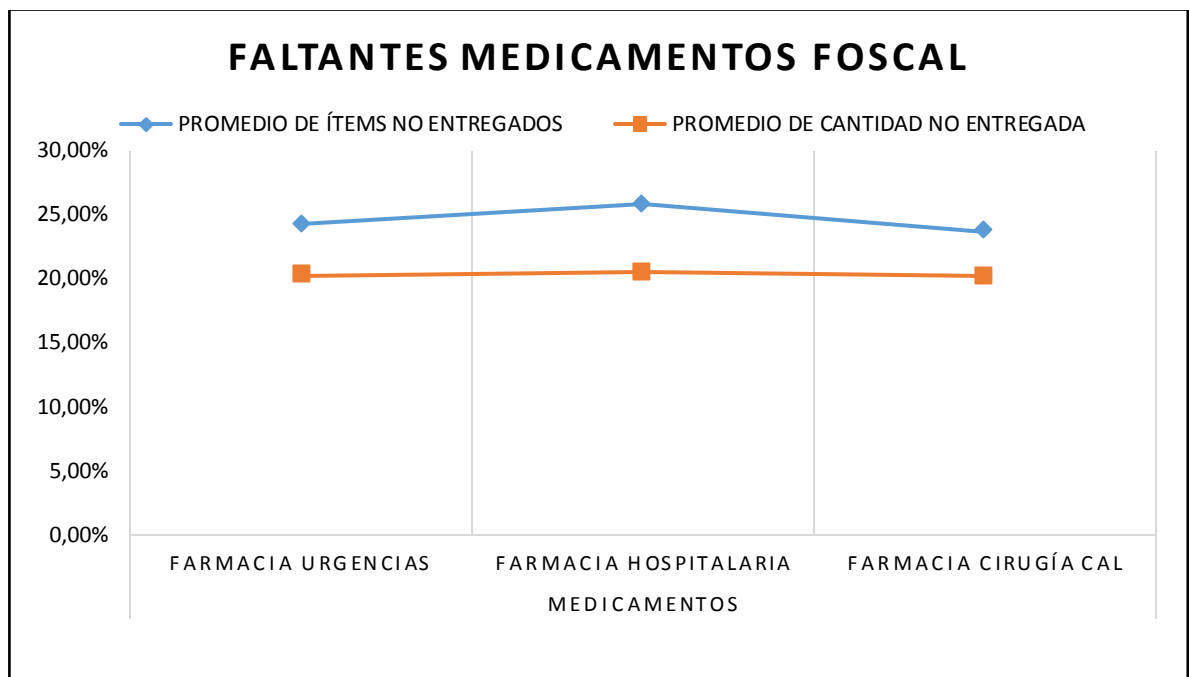
Gráfica 4. Porcentaje máximo de referencias faltantes de dispositivos médicos.



En el gráfico se observa que en todos los servicios hubo por lo menos una semana con más del 40% de faltantes. Además se evidencia que en una semana no se despachó más de la mitad de las referencias a la farmacia de cirugía, lo cual afecta significativamente la calidad del servicio prestado a los pacientes.

**7.5.1.2 Faltantes de los pedidos de medicamentos.** En los medicamentos se realizó el análisis de los tres principales servicios que son urgencias, farmacia hospitalaria y cirugía. Estos servicios se han caracterizado por presentar el mayor número de faltantes en la clínica.

Gráfica 5. Faltantes medicamentos FOSCAL



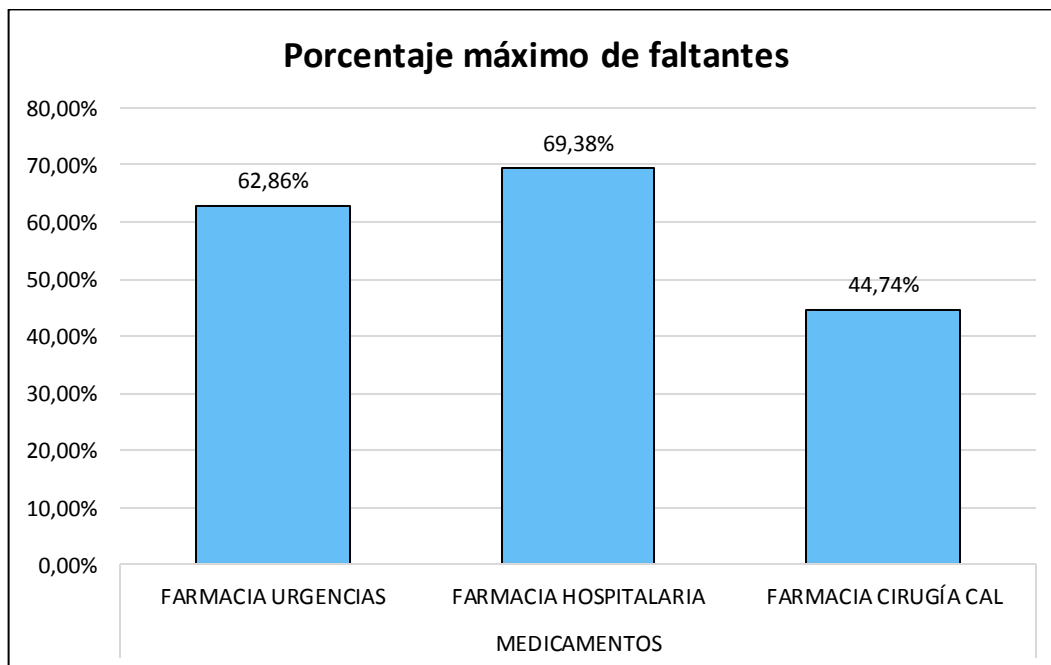
El promedio de ítems no entregados de medicamentos durante las 39 semanas es del 24,55% y de cantidades durante el mismo periodo es de 20,25%. De la gráfica

se puede observar que el porcentaje de faltantes en los tres servicios es similar, tanto para ítems como para cantidades. De los 117 pedidos analizados en los 3 servicios cerca del 52% (60 pedidos) presentaron pendientes de ítems por encima del 24,55%.

Asimismo, el pedido que presenta mayor número de ítems faltantes durante las 39 semanas se despachó al almacén de farmacia hospitalaria con 69,38% de unidades no entregadas.

Adicionalmente, en la totalidad de los pedidos que se presentaron faltantes más del 65% de los ítems corresponden al grupo conocido como de alta rotación, éstas referencias representan el 80% del consumo total de la institución. El porcentaje de faltantes restantes se clasifican en el grupo de media y baja rotación y corresponden al 20% del consumo total.

Gráfica 6. Porcentaje máximo de referencias faltantes de medicamentos.



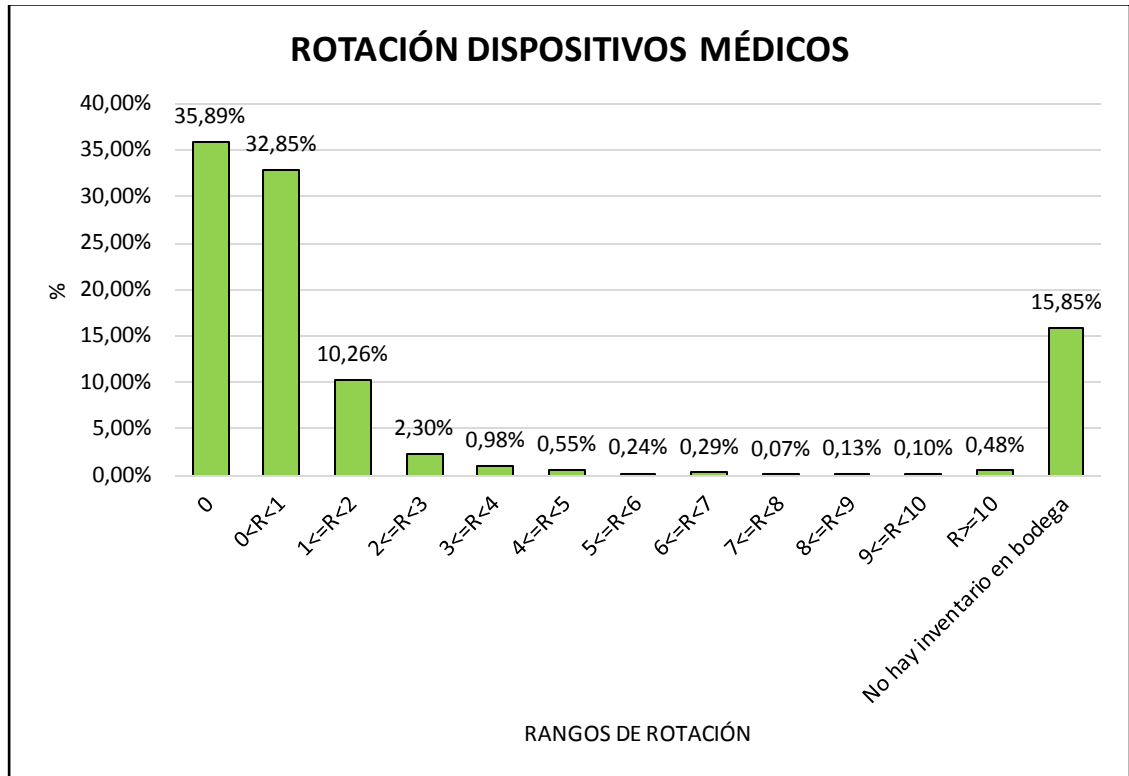
En el gráfico se observa que en todos los servicios hubo por lo menos una semana con más del 44% de faltantes. Se observa que en una semana no se despachó más del 69% de los ítems a la farmacia hospitalaria, es decir, que durante esta semana el servicio debió trabajar sólo con el 30% de las referencias solicitadas.

En el Anexo 8 se muestra la información detallada de los pendientes de medicamentos y dispositivos médicos analizados, especificando los valores de ítems y unidades solicitadas por cada sub almacén y entregadas por el almacén general.

**7.5.2 Rotación de los inventarios.** Para analizar la rotación de los productos se tomó el promedio mensual de los saldos del almacén general y los consumos por mes de 7 meses del año 2016 (Enero a Julio de 2016). El cálculo de la rotación se realiza por mes. Los resultados se presentan a continuación:

### 7.5.2.1 Rotación de los inventarios de dispositivos médicos

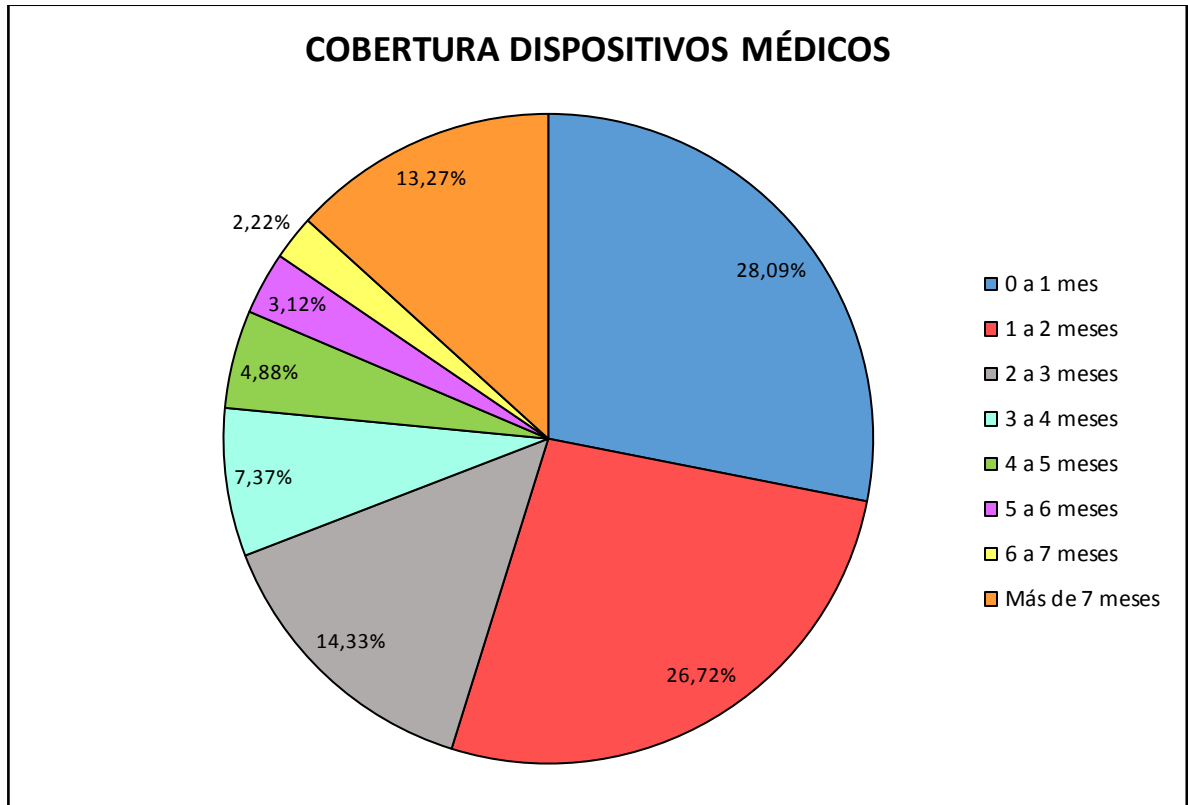
Gráfica 7. Rotación de dispositivos médicos



De acuerdo con la gráfica, se puede observar que en los siete meses analizados alrededor de 36% de las referencias no rotan y el 68,64% tienen rotación menor a 1, es decir, no se consume la totalidad del inventario disponible para el mes. Además, aproximadamente el 16% de las referencias no presentan inventario en bodega en por lo menos un mes del periodo analizado.

Para analizar más a fondo la rotación, se calcula la cobertura de los dispositivos médicos, es decir el tiempo en el que está disponible un mismo producto en el inventario:

Gráfica 8. Cobertura de dispositivos médicos

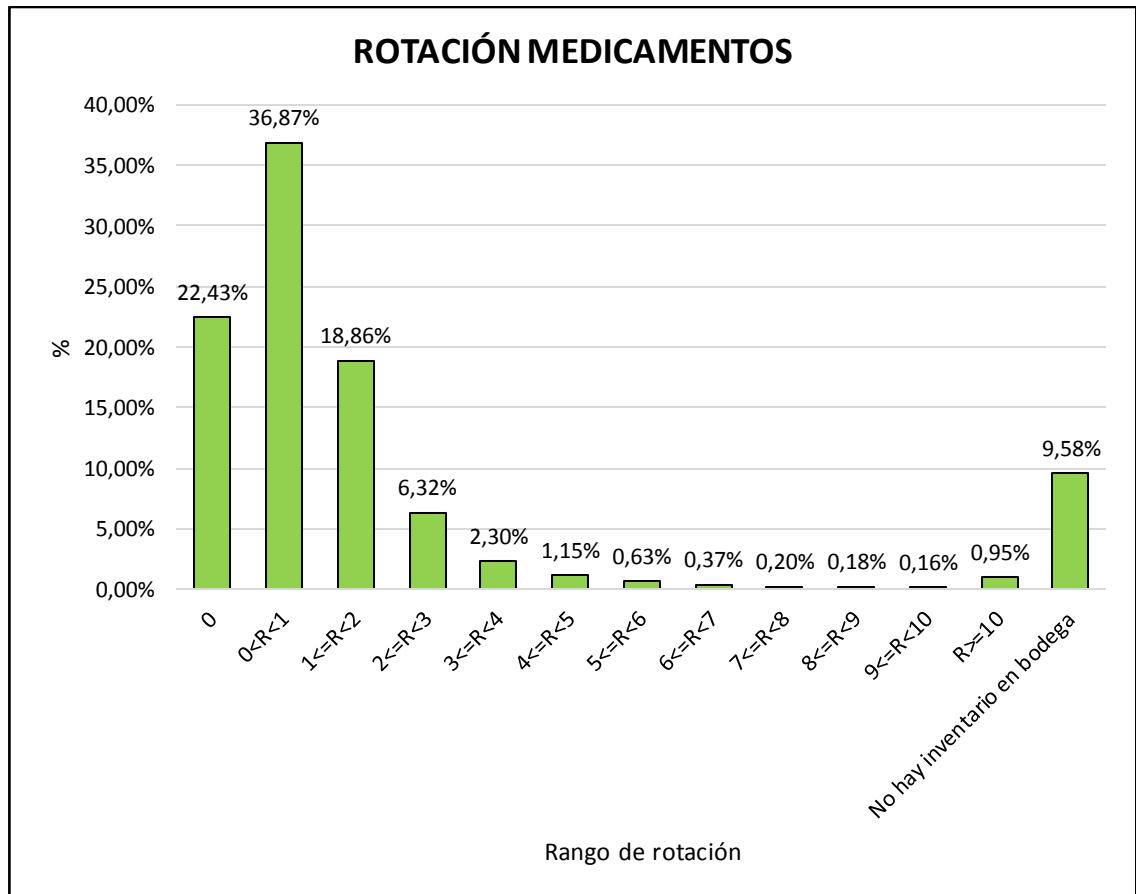


En el gráfico anterior se evidencia que aproximadamente el 55% del inventario tiene disponibilidad hasta de 2 meses de cobertura y aproximadamente el 19% total de referencias tienen inventario disponible para suplir la demanda de más de cinco meses.

Además 132 del total de 1510 referencias de dispositivos médicos tienen una cobertura promedio de más de 210 días, es decir tienen inventario disponible para 7 meses o más. Estas referencias representan el 9% de los dispositivos y el 100% forma parte del grupo conocido como de baja rotación, en el cual se encuentran los ítems que representan el 30% del consumo total de dispositivos médicos.

### 7.5.2.2 Rotación de los inventarios de medicamentos

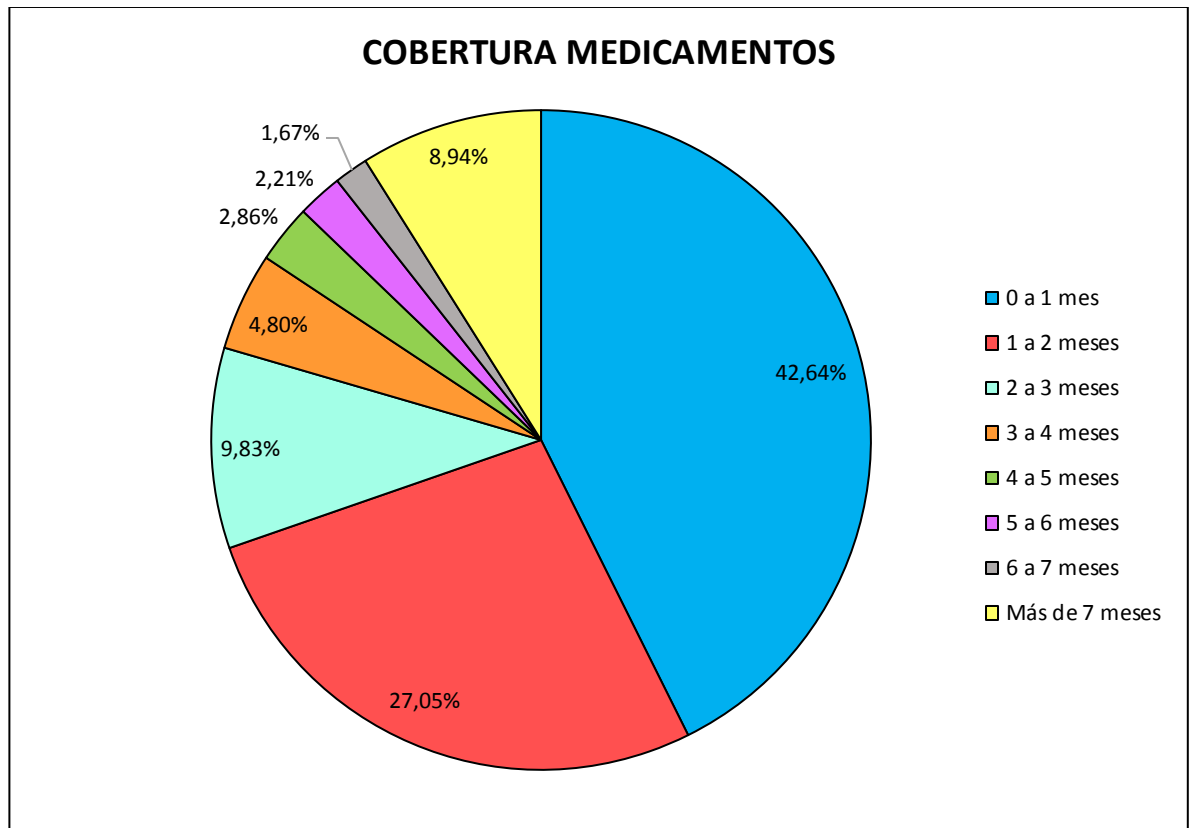
Gráfica 9. Rotación de medicamentos.



De acuerdo con la gráfica, se puede observar que en el periodo analizado alrededor del 22% de las referencias no rotan y aproximadamente el 59% tienen rotación entre 0 y 1, es decir, no se consume la totalidad del inventario disponible para el mes. Además, aproximadamente el 10% de las referencias no presentan inventario en bodega en por lo menos un mes del periodo analizado.

Para analizar más a fondo la rotación, se calcula la cobertura de los medicamentos, es decir el tiempo en el que está disponible un mismo producto en el inventario.

Gráfica 10. Cobertura de medicamentos.



Al analizar el gráfico se evidencia que aproximadamente el 70% del inventario tiene disponibilidad hasta de 2 meses de cobertura y el 12,82% de referencias tienen inventario disponible para suplir la demanda de más de cinco meses.

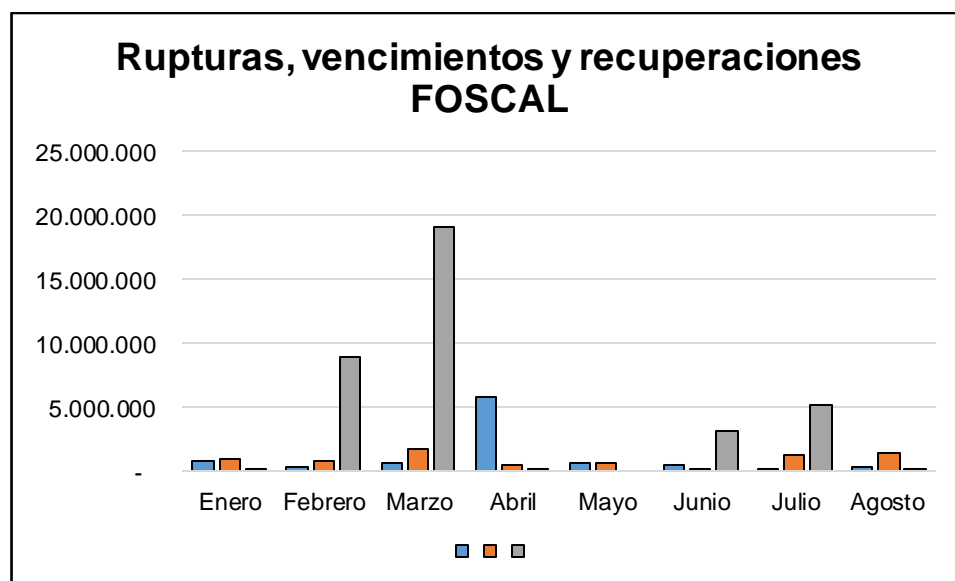
Además 208 del total de 1158 referencias de medicamentos tienen una cobertura promedio de más de 210 días, es decir tienen inventario disponible para 7 meses o más. Estas referencias representan el 13,35% de los medicamentos y el 100%

de estas hace parte del grupo conocido como de baja rotación, en el cual se encuentran los ítems que representan el 20% del consumo total de medicamentos.

**7.5.3 Rupturas y vencimientos.** En la clínica FOSCAL se generan constantemente múltiples tipos de pérdidas de medicamentos, dispositivos médicos e insumos, sin embargo, las pérdidas que generan mayor impacto económico en la división de suministros son las rupturas y los vencimientos.

- **RUPTURAS:** Hace referencia a productos que se reciben en mal estado o presentan mala calidad al momento de usarlos y además, productos que no cumplen con ciertas especificaciones como: fecha de vencimiento superior a un año, registro INVIMA, entre otras; dentro de estos también están aquellos productos que por mala manipulación del personal se averían.
- **VENCIMIENTOS:** Son los productos que llegan a su fecha de expiración antes de ser requeridos.

Gráfica 11. Rupturas, vencimientos y recuperaciones FOSCAL.



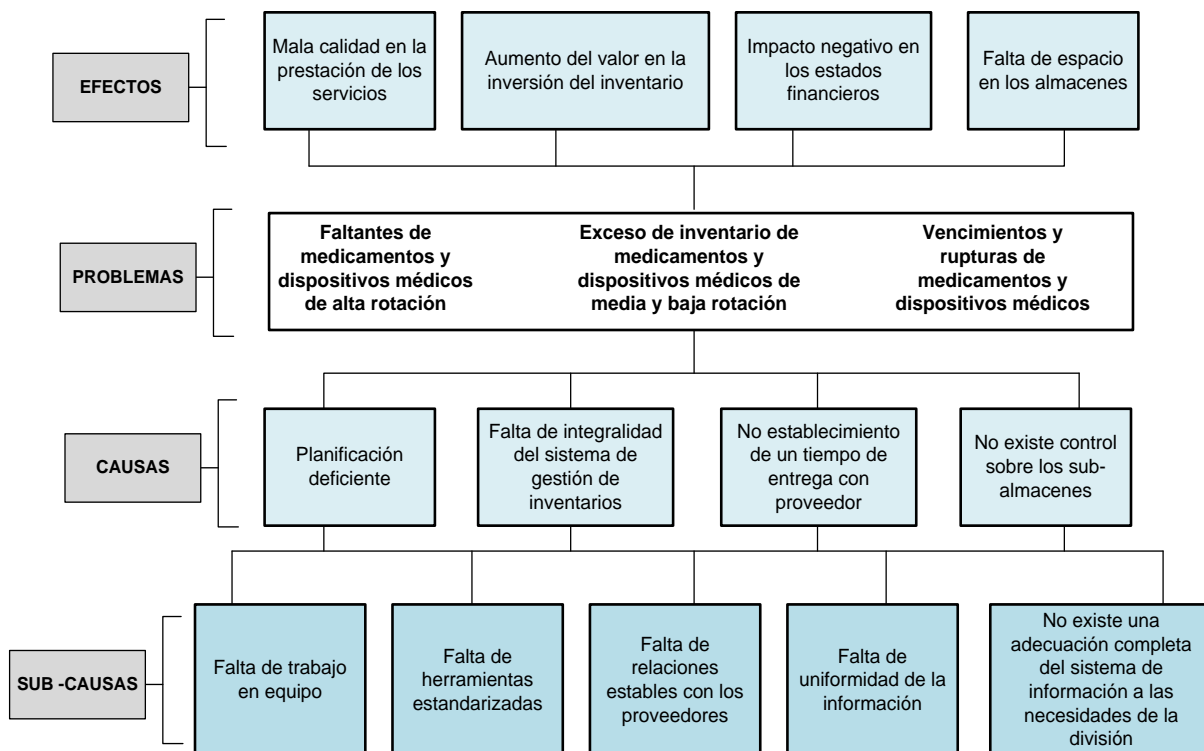
De la anterior gráfica se puede concluir que durante el mes de Abril se presentó la mayor pérdida por concepto de rupturas en la organización por un valor de \$5.691.395 correspondiente al 64,13% del valor total durante el periodo de análisis Enero – Agosto 2016. Por otro lado los valores más altos respecto a lo que se refiere a vencimientos se observan durante los periodos de Marzo, Julio y Agosto por un valor de \$4.385.074 representado en un 60,52% del total de vencimientos.

Además se observa que los valores de las recuperaciones son bastante altas, estas recuperaciones hacen referencia a las pérdidas que se generaron por alguno de estos dos conceptos y se lograron recuperar de alguna manera. Sin embargo es de vital importancia tenerlas en cuenta para el análisis, ya que demuestran que existen problemas con la gestión de los inventarios. El valor total de pérdidas de Enero a Agosto de 2016 es de \$52.563.824, en este se incluye el valor de las pérdidas que se pudieron recuperar (aquellos productos que se pudieron cambiar, llegar a un acuerdo de devolución con el proveedor, etc.). El valor de las pérdidas no recuperadas es de \$16.120.396. La información detallada de los valores se presenta en el Anexo 9.

## **7.6 ÁRBOL DE PROBLEMAS DEL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS**

A partir del análisis realizado en el numeral anterior, se identificaron las posibles causas de los principales problemas que se generan en el proceso de gestión de inventarios. A continuación se exponen en un diagrama de árbol de problemas.

Gráfica 12. Árbol de problemas del proceso de gestión de inventarios.



Debido a que estos problemas se presentan constantemente y a que uno de los principales intereses de la institución es el buen manejo de los productos para garantizar el servicio al cliente sin incurrir en costos innecesarios, el presente proyecto se centra en llevar a cabo la clasificación de los artículos que maneja actualmente la clínica FOSCAL dependiendo de su volumen y variabilidad siguiendo la metodología de Croxton presentada en el marco teórico; además en definir el modelo de pronóstico que mejor se ajuste a cada uno de los productos y basado en ellos establecer de acuerdo a la política manejada por la institución los inventarios de seguridad que aseguren la satisfacción del paciente.

## **8. MARCO TEÓRICO**

### **8.1. PROCESO**

Se define como cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno. Los procesos utilizan los recursos de una organización para suministrar resultados definidos<sup>8</sup>. Todos los procesos que se desarrollen en una organización deben estar interrelacionados entre sí y tener un objetivo común y claramente establecido, objetivo que generalmente enmarca el desarrollo de las actividades hacia la prestación de servicios con un alto nivel de satisfacción de las necesidades del cliente.

### **8.2. MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

Para Harrington<sup>9</sup> el mejoramiento de procesos se define como el análisis de un conjunto de actividades interrelacionadas con el fin de cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable y así aumentar la capacidad de satisfacer al cliente. Qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

### **8.3. GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO**

Por aprovisionamiento puede entenderse toda función destinada en poner a disposición de la empresa todos los productos, bienes y servicios del exterior que son necesarios para su funcionamiento<sup>10</sup>. El aprovisionamiento es el conjunto de procesos relacionados con: compras, proveedores y, almacenamiento y gestión de

---

<sup>8</sup> HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Santa Fe de Bogotá: Ediciones Mc Graw-Hill. Interamericana S.A, 1993.

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p. 149.

<sup>10</sup> PAU, J; DE Navascues, R. Manual de Logística integral. Madrid: Editorial Díaz de Santos. 1998.

inventarios mediante los que se mantienen los materiales en las cantidades y características adecuadas para que sean usados en el tiempo que sean requeridos con un nivel mínimo de costos.

#### **8.4. GESTIÓN DE INVENTARIOS**

Para Espinoza<sup>11</sup>, el control de inventarios es una herramienta fundamental en la administración moderna, ya que esta permite a las empresas y organizaciones conocer las cantidades existentes de productos disponibles para la venta, en un lugar y tiempo determinado, así como las condiciones de almacenamiento aplicables en las industrias; entendiendo como inventario todas las existencias físicas presentes en un lugar y momento determinado.

La gestión de los inventarios es un factor clave en la competitividad actualmente, pues de esto depende que se asegure o no la disponibilidad de los elementos necesarios para el normal desempeño de las actividades; y del desempeño momento a momento de las organizaciones depende que se cumplan las expectativas de los clientes o consumidores. Gestionar los inventarios abarca tareas tales como determinar a quién se le debe pedir, en qué momento se debe hacer, en qué cantidades y bajo qué condiciones. Los dos objetivos esenciales para la correcta gestión de los inventarios son: disminuir al mínimo las existencias en el almacén; y asegurar la disponibilidad de las existencias, siempre garantizando los costos mínimos de operación.

---

<sup>11</sup> ESPINOZA, Orlando. La administración eficiente de los inventarios. Madrid: Editorial la Ensenada. 1 Edición. 2011.

**8.4.1. Clasificación de los inventarios.** Un aspecto importante para garantizar la adecuada gestión de los inventarios es determinar la clasificación de los mismos de acuerdo a la manera que mejor se ajusten a las características de la organización. De acuerdo a Aggelogiannaki y Sarimveis<sup>12</sup> según el origen, los inventarios se pueden clasificar en: inventarios de ciclo, de seguridad, de previsión, en tránsito y en consignación.

- Inventarios de ciclo: parte del inventario que es directamente proporcional al tamaño de lote. Este tamaño de lote es la frecuencia con que se realizan los pedidos y la cantidad de los mismos.
- Inventarios de seguridad: inventario que la organización debe mantener en existencias para evitar inconvenientes de servicio al cliente y ahorrarse los costos generados por posibles roturas que se presenten por la fluctuación de la demanda, tiempos de entrega y de suministro.
- Inventario de previsión: existencias que se acumulan cuando se tiene en un periodo de tiempo mayor cantidad de inventarios que de demanda de productos. Estos se acumulan para satisfacer aquellos periodos donde la demanda es mayor a las existencias.
- Inventario en tránsito: inventarios que se encuentran en movimiento dentro de los distintos puntos de la cadena de suministro. Pueden generarse porque se lanzó el pedido al proveedor y éste no lo ha despachado, o que no se han entregado a los clientes que lo solicitaron, o simplemente que se mantengan estancados en algún punto.

---

<sup>12</sup> AGGEOLOGIANNAKI, E; SARIMVEIS, H. "Design of a novel adaptative inventory control system based on the online identification of lead time". International Journal of Production Economics. Elsevier. 2008. pp. 781-792.

- Inventario en consignación: inventarios propiedad de los proveedores que están físicamente ubicados en las bodegas de la organización y que están disponibles para ser usados en el momento que sean necesitados.
- Inventario propio o de propiedad: existencias que se encuentran en los distintos almacenes de la institución y que han sido comprados a diversos proveedores para suplir las necesidades de la demanda.

**8.4.2. Clasificación ABC de los inventarios.** La clasificación ABC es un método de categorización que segmenta los inventarios en tres categorías principales A, B, C de acuerdo a criterios preestablecidos. La forma como opera este método se remonta a 1897 cuando Vilfredo Pareto<sup>13</sup> afirmó que el 20% de las personas ostentaban el 80% de la riqueza y el poderío económico, frente al 80% de personas restantes que acumulaban la riqueza y el poder restante. En la actualidad las organizaciones aplican el principio de Pareto (regla del 80/20) a través de clasificación ABC, la cual permite visualizar cuáles son los artículos que representan el mayor valor para la organización y por tanto tomar decisiones acerca de la forma como éstos se administran para su óptimo tratamiento. Las categorías en que se clasifican los inventarios son:

- NIVEL A: a este pertenecen los artículos cuyas ventas o consumos son elevados y representan gran valor para la organización. En estos se acumula entre el 70% y el 80% del valor de los consumos y solo está representado por el 20% de los artículos.

---

<sup>13</sup> SALES, Matías. Diagrama de Pareto. [En línea]. <<http://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>> [Citado en 27 de Septiembre de 2016].

- NIVEL B: a este nivel pertenecen los artículos cuyos consumos y ventas representan en valor monetario entre el 15% y 25% de los consumos y las ventas, en este se aglomeran aproximadamente el 30% de los artículos.
- NIVEL C: en este nivel se encuentran los artículos que representan el menor valor monetario para la organización. Ellos representan el 5% de las ventas o consumos y están representados por el 50% de los artículos totales.

La clasificación ABC suele realizarse teniendo en cuenta las demandas anuales de los artículos y el valor total del consumo durante este periodo de tiempo.

$$\text{Valor total del consumo anual} = \text{Demanda anual del ítem} \times \text{valor del ítem}$$

Luego de obtener todos los valores totales de consumo para el 100% de los artículos se procede a hallar el porcentaje de participación de cada uno respecto del total; esto se realiza con el cociente entre el valor total de consumo de cada artículo sobre el valor total del consumo de todos los artículos. Seguidamente se ordenan de mayor a menor los artículos de acuerdo al valor total de consumo y se procede a agrupar de acuerdo a los porcentajes establecidos. A hasta el 80%, B hasta el 95% y C hasta el 100%.

**8.4.3. Costos asociados a los inventarios.** La gestión de inventarios está directamente asociada con ciertos costos, los cuales se generan a través de la puesta en marcha de las diferentes actividades relacionadas la gestión de los inventarios. Los costos asociados a la administración de inventarios son<sup>14</sup>:

- Costo unitario o costo por producto: precio de compra de cada artículo por unidad, este puede ser fijo o puede variar según el volumen de compra.
- Costo de colocación de un pedido o costo de lanzar un pedido: son los costos asociados a adquirir un artículo, grupo o lote, no depende de la cantidad a pedir, están asociados a los costos administrativos de procesar, elaborar y emitir una orden de pedido. En estos se incluyen los costos de digitación de la orden, generación del pedido, impresión del pedido, costos de transporte, etc.
- Costo de administración o de mantenimiento de los inventarios: son los costos asociados a mantener el inventario durante un periodo de tiempo en el almacén. Dentro de estos se incluyen los costos de espacio ocupado por unidad, costos de servicios públicos, costos de manipulación, costos de almacenamiento seguro y costos asociados a las pérdidas, obsolescencia o deterioro.
- Costo de escasez de existencias o faltantes: costos que se causan en el momento que un cliente realiza un pedido a la organización y no es posible despacharlo debido a la falta de existencias en inventario. Los dos

---

<sup>14</sup> GRIJALVA, Ybnias. Modelos de inventarios. Métodos cuantitativos para los negocios. [En línea]. < <https://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-04.pdf> > [Citado en 25 de Septiembre de 2016]

principales tipos de costos por faltantes son: costos por ventas que se pierden y costos por pedidos que se entregan con retraso o incompletos.

**8.4.4. Demanda en la gestión de inventarios.** Pronosticar los niveles de demanda es vital según Ballou<sup>15</sup> debido a que proporciona datos para la planeación y control de todas las áreas funcionales de la empresa incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. En logística, los pronósticos están relacionados con la naturaleza espacial, temporal, aleatoriedad y grado de variabilidad de la demanda.

- **Demanda irregular vs demanda regular:** Se dice que la demanda es regular cuando puede ser representada por algún patrón. Por lo general estos patrones pueden descomponerse en componentes de tendencia, estacionales y aleatorios<sup>16</sup>. Por otro lado, cuando la demanda es intermitente debido a un bajo volumen y a un alto grado de incertidumbre, se dice que la serie de tiempo es desproporcionada o irregular. Estos patrones de demanda son complicados de pronosticar.
- **Demanda derivada o dependiente vs demanda independiente:** La demanda independiente hace referencia a la demanda que es generada por muchos clientes, la mayoría de los cuales adquieren de manera individual una parte del total de volumen de productos que distribuye la empresa; este tipo de demanda no puede ser determinada con exactitud, por tanto es necesario aplicar pronósticos. La demanda es dependiente cuando se conoce con certeza los requerimientos especificados en un programa de producción, por tanto no es necesario hacer procedimientos de pronósticos.

---

<sup>15</sup> BALLOU, Ronald H. Logística, Administración de la cadena de suministros. México: Pearson Educación. 2004., p.287.

<sup>16</sup> *Ibíd.*, p. 288

**8.4.5. Patrón de demanda.** Según Vidal<sup>17</sup>, los patrones de demanda se clasifican en:

- Demanda perpetua o estacionaria: el patrón se mantiene por largos periodos de tiempo y fluctúa dentro de rangos pequeños.
- Demanda periódica o estacional: Se presentan picos en determinadas épocas del año como por ejemplo la demanda de artículos de navidad o productos relacionados con las estaciones.
- Demanda errática: se caracteriza por variar en gran medida a lo largo del tiempo, pasando de periodos de cero demanda a grandes picos. Estos picos no son predecibles. Una forma práctica de determinar si la demanda es errática es calculando el coeficiente de variación de la distribución de la demanda, definido como:

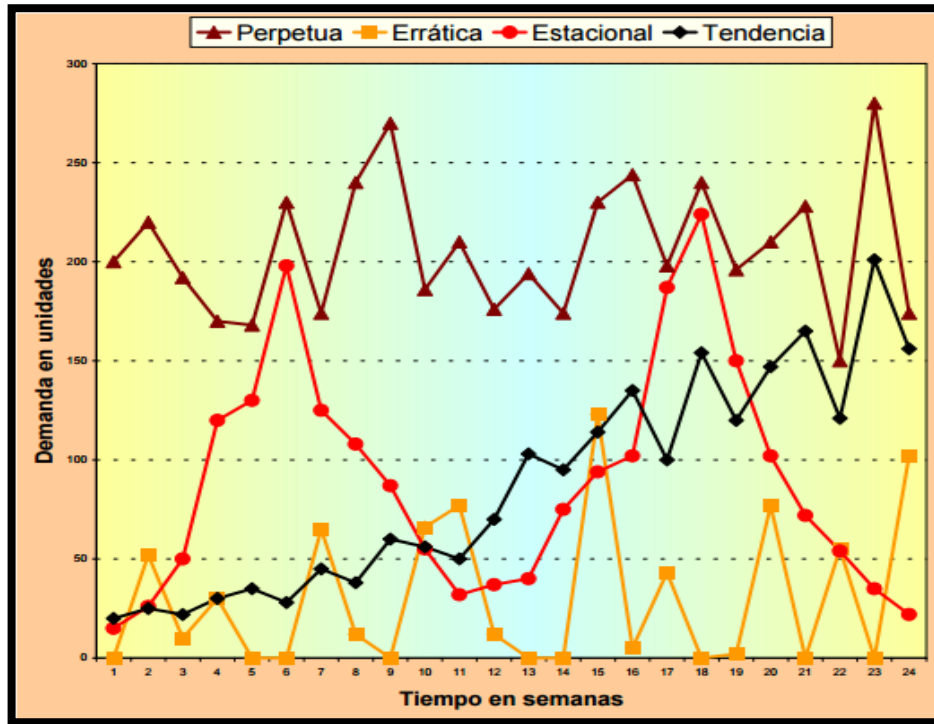
$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\text{Desviación estándar de la demanda}}{\text{Demanda promedio}}$$

Si el coeficiente de variación es mayor o igual a 1, la demanda se puede catalogar como errática.

---

<sup>17</sup> VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería. Santiago de Chile. 2005. 26 p.

Gráfica 13. Diversos patrones de demanda



Fuente: VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios

**8.4.6. Pronóstico de demanda.** Los pronósticos de los niveles de demanda son una tarea esencial para las organizaciones, pues afectan en gran proporción la capacidad instalada, las necesidades financieras y la estructura general de los negocios, esto debido a que proporciona las entradas para la correcta planeación de las diferentes actividades a realizar en todas las áreas de la organización. El objetivo de llevar a cabo un pronóstico acertado es reducir el nivel de incertidumbre previendo los acontecimientos futuros que tiene probabilidad relativamente alta de ocurrencia. Por pronóstico se puede entender el proceso de realizar una predicción de la demanda teniendo en cuenta la demanda de periodos inmediatamente anteriores. De acuerdo a Makridakis<sup>18</sup>, en las proyecciones de la demanda inciden algunos aspectos como:

- **Horizonte de tiempo:** se refiere a dos aspectos, el primero relacionado con el espacio de tiempo futuro es decir el largo, el mediano y el corto plazo. El otro se relaciona con el número de los periodos para los cuales el modelo de pronóstico utilizado será válido y acertado.
- **Patrón de datos:** hace referencia al comportamiento que presentan los datos usados en los diferentes modelos, estos patrones pueden ser: de estacionalidad, de tendencia, cíclicos, entre otros.
- **Costo:** costos de la aplicación de los modelos de pronóstico, desde la selección hasta la ejecución de la proyección.
- **Precisión:** nivel de eficacia de la proyección de los pronósticos.

Los tipos de pronóstico para la proyección de la demanda se pueden clasificar en:

---

<sup>18</sup> MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGTH, Steven. Métodos de pronósticos. México: Editorial Limusa, S.A de c.v.; 2007. p.41.

**8.4.6.1. Métodos cualitativos.** Según Ronald Ballou<sup>19</sup>, estos modelos son aquellos que utilizan el juicio, la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro. La información que se usa en estos métodos de pronósticos se caracteriza por ser intangible y subjetiva. Dentro de este grupo se encuentran: las técnicas acumulativas, la investigación de mercado, los grupos de consenso, entre otros.

**8.4.6.2. Métodos cuantitativos o análisis de series de tiempo.** Son técnicas cuya predicción aprovecha información de periodos antiguos para el pronóstico. Dentro de este grupo se encuentran: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, análisis de regresión, entre otros.

- **Promedio móvil simple:** Según Chase<sup>20</sup>, cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Es conveniente utilizar datos anteriores para predecir el periodo siguiente de manera directa. La fórmula del promedio móvil es la siguiente:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

$F_t$  = Pronóstico para el siguiente periodo

$n$  = Número de periodos por promediar

$A_{t-1}$  = Suceso real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}$  y  $A_{t-n}$  = Sucesos reales hace dos periodos, hace tres periodos y así sucesivamente, hasta hace  $n$  periodos

---

<sup>19</sup> BALLOU, Ronald H., Logística, Administración de la cadena de suministros. México: Pearson Educación. 2004. p.291.

<sup>20</sup> CHASE, Richard B; JACOBS, Robert F. Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros. México: Ediciones Mc Graw-Hill Interamericana S.A. 13 Edición. 2014., p.497.

- **Promedio móvil ponderado:** Permite asignar una ponderación de importancia a los elementos, siempre que la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno; contrario al promedio móvil simple que le da igual importancia a todos los datos. Aunque se omitan varios periodos (sus ponderaciones sean cero) y las ponderaciones puedan tener diferente orden (por ejemplo, los datos más antiguos puedan tener ponderaciones más altas), la suma de las ponderaciones debe ser 1. La fórmula para aplicar un promedio móvil ponderado es la siguiente:

$$F_t = \frac{W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + \dots + W_n A_{t-n}}{n}$$

$W_1$  = Ponderación dada al hecho real para el periodo  $t - 1$

$W_2$  = Ponderación dada al hecho real para el periodo  $t - 2$

$W_n$  = Ponderación dada al hecho real para el periodo  $t - n$

$n$  = Número total de periodos en el pronóstico

- **Suavización exponencial:** Para Chase<sup>21</sup>, los hechos más recientes son más indicativos del futuro que los del pasado más distante. Si esta premisa es válida (que la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante), es probable que el método más lógico y fácil sea la suavización exponencial. La razón por la que se llama suavización exponencial es que cada incremento en el pasado se reduce  $(1 - \alpha)$ . En este método solo se necesitan tres piezas de datos para pronosticar el futuro: el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió durante el periodo de pronóstico y una constante de suavización alfa ( $\alpha$ ). Esta constante de suavización determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción ante las diferencias entre los pronósticos y los hechos reales. Se requiere dar a la constante de suavización un valor entre 0 y 1. Si la demanda real es estable (como la demanda de

---

<sup>21</sup> Ibíd., p. 499.

electricidad) sería deseable un alfa pequeña para reducir los efectos de los cambios de corto plazo. Si la demanda real aumenta o disminuye con rapidez (como en los artículos de moda), lo deseable es un alfa alta para tratar de seguirle el paso al cambio. La ecuación para un solo pronóstico de uniformidad exponencial es:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

$F_t$  = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo  $t$

$F_{t-1}$  = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = Demanda real en el periodo anterior

$\alpha$  = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización.

- **Suavización exponencial ajustada a la tendencia:** De acuerdo con Krajewski, en una serie de tiempo una tendencia es un incremento o decremento sistemático en el promedio de la serie a través del tiempo. Esta se utiliza cuando los métodos de suavizamiento deben modificarse debido a una tendencia significativa que hace que los pronósticos estén por encima o por debajo de la demanda real. El método para incorporar una tendencia en un pronóstico suavizado exponencialmente se conoce como método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia<sup>22</sup> o método de Holts. En este enfoque, se suavizan las estimaciones del promedio y la tendencia, para lo cual se requieren dos constantes de suavización. Se calcula el promedio y la tendencia para cada periodo:

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1})$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

$A_t$  = Promedio suavizado exponencialmente de la serie en el periodo  $t$ .

---

<sup>22</sup> KRAJEWSKI, Lee. MALHOTRA, Manoj. RITZMAN, Larry. Administración de Operaciones. México: Editorial Pearson Educación. 2008. p. 536.

$T_t$  = Promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t.

$\alpha$  = Parámetro de suavización para el promedio, con un valor entre 0 y 1

$\beta$  = Parámetro de suavización para la tendencia, con un valor entre 0 y 1

$F_{t+1}$  = Pronóstico para el periodo t+1.

Para hallar los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  frecuentemente el analista los ajusta de manera experimental, hasta obtener los errores de pronóstico más bajo posibles.

- **Regresión lineal:** Según Richard B. Chase<sup>23</sup>, la regresión se define como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas y generalmente esta relación se realiza en base a datos observados. En este método, se pronostica una variable respecto a otra. Esta regresión se caracteriza porque la relación entre las variables forma una recta. La recta presenta la forma:  $Y = a + bx$ , donde  $Y$  es la variable dependiente,  $x$  es la variable independiente,  $b$  es la pendiente y  $a$  es la secante. En series de tiempo equis ( $x$ ) son unidades de tiempo.

**8.4.7. Error en el pronóstico de demanda.** El error en el pronóstico hace referencia a la brecha que existe entre la demanda pronosticada y la demanda real generada durante un periodo de tiempo establecido. El error puede representarse de forma estadística de distintas formas, las más comunes son: desviación estándar, varianza o desviación absoluta media.

*Error pronóstico: Demanda real – Demanda pronosticada*

---

<sup>23</sup> CHASE, Richard B; JACOBS, Robert F. Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros. México: Ediciones Mc Graw-Hill Interamericana S.A. 13 Edición. 2014. p.489.

La forma más utilizada en la actualidad para medir el error en los pronósticos de demanda es la MAD (Mean Absolute Deviation) o desviación absoluta media. Se calcula con la siguiente ecuación, en esta se tienen en cuenta los errores de los n periodos de estudio y el número total de periodos:

$$\text{Desviación Absoluta Media} = \frac{\sum_{t=1}^n |At - Ft|}{n}$$

Otra forma de medir la dispersión de los errores de pronóstico es con el error cuadrático medio o MSE (Mean Squared Error)<sup>24</sup>. Este se calcula se la siguiente manera:

$$\text{Error Cuadrático Medio} = \frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)^2}{n}$$

Dónde:

*At: demanda real*  
*Ft: demanda pronosticada*  
*n: periodos pronosticados*

Los errores más grandes reciben una mayor ponderación en esta medida debido a que son cuadráticos.

---

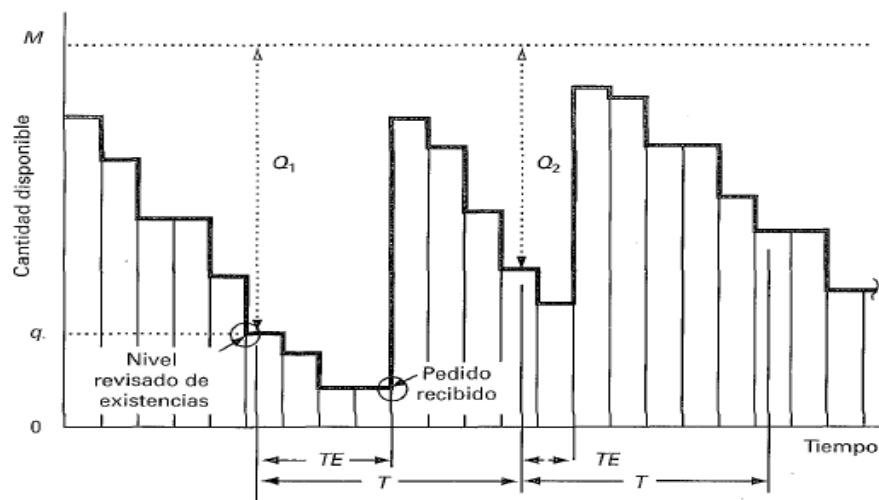
<sup>24</sup> KRAJEWSKI, Lee. MALHOTRA, Manoj. RITZMAN, Larry. Administración de Operaciones. México: Editorial Pearson Educación. 2008. p. 541.

## 8.5. CONTROL BÁSICO DE INVENTARIOS POR DEMANDA

El control de inventarios por demanda otorga bajos niveles de inventario en los puntos de abastecimiento, debido a su respuesta a las condiciones particulares de la demanda y de costo de cada punto de abastecimiento.<sup>25</sup>

**8.5.1. Modelo de revisión periódica con demanda incierta.** Bajo controles de revisión periódica, pueden revisarse al mismo tiempo los niveles de inventario para múltiples artículos, por lo que pueden solicitarse juntos, con lo que se logran economías de producción, transportación, o compras. El control de revisión periódica da por resultado un poco más de inventario, pero los costos añadidos pueden estar más que compensados por los costos que se reducen.

Gráfica 14. Control de inventario de revisión periódica.



Fuente: BALLOU Ronald H. Logística Administración de la cadena de suministro.

<sup>25</sup> BALLOU, Ronald H., Logística, Administración de la cadena de suministros. México: Editorial Pearson Educación. 2004. p.357.

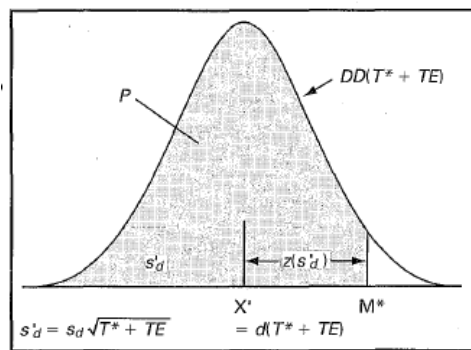
$M = \text{Nivel máximo}$   
 $T = \text{Intervalo de revisión}$   
 $q = \text{Cantidad disponible}$   
 $M - q = \text{Cantidad de reaprovisionamiento}$   
 $TE = \text{Tiempo de entrega}$   
 $Q1 = \text{Cantidad del pedido}$

El control de revisión periódica opera como se muestra en la gráfica anterior. Esto es, el nivel de inventario para un artículo es auditado a intervalos predeterminados ( $T$ ). La cantidad por colocar en un pedido es la diferencia entre una cantidad máxima ( $M$ ) y la cantidad disponible en el momento de la revisión. Por lo tanto, el inventario se controla estableciendo  $T^*$  y  $M^*$ <sup>26</sup>.

$$T^* = \frac{\text{Cantidad de pedido}}{\text{Demanda Anual}} = \frac{Q^*}{D}$$

$$M^* = d(T^* + TE) + z(s'd)$$

Gráfica 15. Distribución de la demanda revisión periódica.



Fuente: BALLOU Ronald H. Logística Administración de la cadena de suministro.

<sup>26</sup> *Ibíd.*, p. 358

Dónde  $d(T^*+TE)$  es el punto medio de la distribución de la gráfica anterior  $DD(T^*+TE)$ ,  $d$  es la tasa promedio de demanda diaria,  $z(s'd)$  hace referencia al inventario de seguridad,  $Z$  es la probabilidad hallada en la tabla normal dada por el nivel de servicio y  $s'd$  se calcula de la siguiente manera:

$$s'd = sd\sqrt{T^* + TE}$$

## 8.6. INVENTARIO DE SEGURIDAD

El inventario de seguridad es aquel que le permite a la organización satisfacer los niveles de demanda que se encuentran fuera de las proyecciones realizadas a través de los modelos para pronósticos. Los niveles de stock de seguridad dependen del nivel de servicio establecido, del tipo de industria, de las características de la demanda dentro de las cuales se incluyen las características de tipo estadístico y la variabilidad del comportamiento. La relación entre el inventario de seguridad y la variabilidad en la demanda es directamente proporcional, es decir el aumento en la variación genera proyecciones menos acertadas y por lo tanto se hace necesario niveles de inventarios más altos.

En cambio si la variabilidad es baja los pronósticos generan menor necesidad de mantención de colchones de seguridad. Se calcula a través de la ecuación:<sup>27</sup>

$$\text{Inventario de seguridad} = \sigma z \sqrt{L + T}$$

$\sigma$ : desviación estandar  
 $z$ : valor de a tabla de la normal dado por el nivel de servicio  
 $L$ : lead tiem  
 $T$ : tiempo de ciclo

---

<sup>27</sup> NIETO, Yesica. Aplicación de diferentes modelos para determinar el stock de seguridad óptimo en una empresa distribuidora. Universidad Nacional de Colombia. Ingeniería industrial. [En línea]. < <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10980/1/Articulo.pdf> > [Citado en 04 de Octubre de 2016]

## 8.7. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LA DEMANDA

“Una distribución de probabilidad indica toda la gama de valores que pueden representarse como resultado de un experimento si éste se llevase a cabo”<sup>28</sup>. Es de vital importancia conocer de qué manera se distribuyen los datos de la demanda de los artículos para poder definir cuál será el tratamiento que se le dará a cada uno de estos de acuerdo a las características que presenten. Según el tipo de variable, la distribución estadística de los datos puede ser de tipo discreta o continua. Las distribuciones discretas son aquellas donde la variable puede tener resultados finitos o infinitos contables; en estas se encuentran la distribución Binomial, distribución de Bernoulli, distribución Geométrica, entre otras; por otro lado, en las distribuciones de tipo continuas las variables pueden tomar valores como fraccionarios y un número infinito de ellos.

**8.7.1. Distribución normal.** Esta permite describir un número infinito de escenarios aleatorios que actúan de manera independiente y tienen impacto pequeño.

La densidad de la normal está representada por<sup>29</sup>:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} e^{\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \quad \forall x \in R$$

$\mu$ : media

$\sigma$ : desviación estandar media

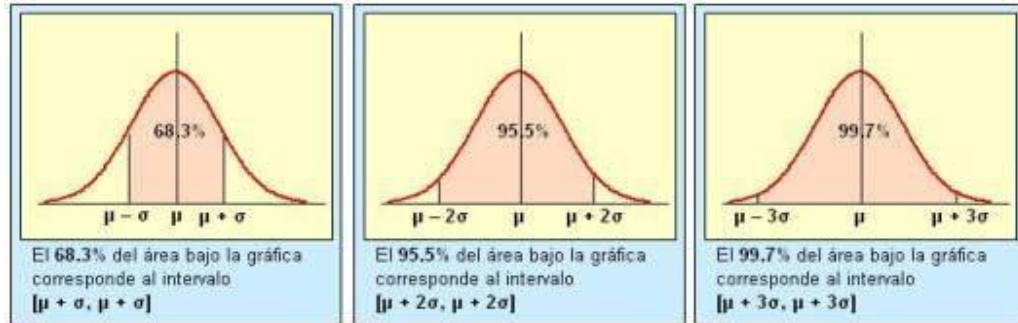
Esta distribución se representa de la siguiente manera:

---

<sup>28</sup> GALEÓN. Probabilidades. Distribución de probabilidades. [En línea]. <<http://metodoscuantitativo2.galeon.com/enlaces2218784.html>> [Citado en 25 de Septiembre de 2016]

<sup>29</sup> Distribuciones de probabilidades más usuales. Departamento de Estadística e I.O. y D.M. [En línea]. <[http://personales.unican.es/gonzaleof/ltop/teoria/Teoria\\_distribuciones.pdf](http://personales.unican.es/gonzaleof/ltop/teoria/Teoria_distribuciones.pdf)> [Citado en 25 de Septiembre de 2016]

Gráfica 16. Distribución normal de la probabilidad



Fuente: COLECTIVO de autores. Estadística, probabilidad y precálculo.

## 8.8. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

“Una prueba de bondad de ajuste consiste en determinar si los datos de cierta muestra corresponden a cierta distribución poblacional especificada o supuesta”<sup>30</sup>. Esta prueba se lleva a cabo a través de pruebas de hipótesis la cual consiste en hacer una suposición o afirmación a cerca de algo de un parámetro de valor desconocido. La prueba de hipótesis se formula de la siguiente manera:

- Sea  $X$  una variable aleatoria poblacional.
- $f_0(x)$  la distribución de densidad o probabilidad especificada o supuesta para  $X$ .

**Se desea probar la hipótesis:**

$$H_0: f(x) = f_0(x)$$

**En contraste con la hipótesis alterna:**

$$H_a: f(x) \neq f_0(x) \text{ (negación de } H_0)$$

Errores en la decisión final:

Gráfica 17. Errores en la decisión final

<sup>30</sup> MONGE, Juan; PÉREZ, Ángel. Estadística no paramétrica: prueba chi cuadrado. UOC. [En línea] <[http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi\\_cuadrado.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi_cuadrado.pdf)> [Citado en 27 de Septiembre de 2016]

	$H_0$ Verdadera	$H_0$ Falsa
Rechazamos $H_0$	<b>Error Tipo I</b> $P(\text{error Tipo I}) = \alpha$	<b>Decisión Correcta</b>
No Rechazamos $H_0$	<b>Decisión Correcta</b>	<b>Error Tipo II</b> $P(\text{error Tipo II}) = \beta$

Fuente: CONES, Víctor. Información acerca de la prueba de hipótesis.

La Probabilidad de cometer un error Tipo I se conoce como Nivel de Significancia, se denota como  $\alpha$  y es el tamaño de la región de rechazo. El complemento de la región de rechazo es  $1-\alpha$  y es conocido como el Coeficiente de Confianza. En una prueba de Hipótesis de dos colas la región de no rechazo corresponde a un intervalo de confianza para el parámetro en cuestión.

**8.8.1. Prueba Kolmogorov-Smirnov (KS).** De acuerdo con Aponte<sup>31</sup> esta prueba tiene como objetivo encontrar el tipo de distribución de una serie de datos, se considera más eficiente que la prueba de chi-cuadrado debido a que trabaja con la distribución de probabilidad acumulada. Para realizar la prueba, se desarrollan los siguientes pasos:

1. Identificar la muestra de la población a utilizar.
2. Plantear la hipótesis para la muestra.
3. Calcular la frecuencia observada de cada uno de los intervalos, luego sumar todas las frecuencias observadas.
4. Calcular la frecuencia observada relativa (frecuencia observada de cada intervalo/la sumatoria total de la frecuencia observada).

<sup>31</sup> APONTE, Diana. Pruebas de Bondad de ajuste. [En línea]. <<http://simulacion2011.blogspot.com.co/2011/02/pruebas-de-bondad-de-ajuste.html>>. [Citado en 27 de Septiembre de 2016]

5. Luego se calcula la frecuencia observada relativa acumulada (FORA) y la frecuencia esperada relativa acumulada (FERA).
6. Se calcula el Estadístico de Prueba (D) de cada intervalo con la siguiente formula:  $D = \text{ABS} (\text{FOR Acum} - \text{FER Acum})$
7. Se busca en la tabla de Kolmogorov-Smirnov de acuerdo al tamaño de la muestra y un alfa ( $\alpha$ ), el valor esperado.

## 8.9. INDICADORES DE ANÁLISIS DE LOS STOCKS

Según Anaya y Polanco<sup>32</sup>, cuando se contempla desde un punto funcional el inventario total que la empresa mantiene a lo largo de la cadena logística de distribución, interesa conocer fundamentalmente los indicadores de rotación y cobertura, ya que de éstos se derivan diversos análisis como el cálculo del exceso de stock, el análisis del lead –time acumulado, el equilibrio de inventarios, entre otros.

**8.9.1. Rotación de inventario:** La rotación de inventario Indica en términos de promedio el número de veces que un artículo se renueva en el almacén al cabo de un año<sup>33</sup>. Su cálculo se realiza dividiendo la venta anual del producto por su stock promedio, bien sea en unidades o en valor, siempre y cuando ambas magnitudes estén medidas en los mismos términos y valoradas al mismo precio (coste o venta).

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Venta anual}}{\text{Stock promedio}}$$

---

<sup>32</sup> ANAYA, Julio J. POLANCO, Sonia M. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: E SIC Editorial. 2005. p.173.

<sup>33</sup> *Ibíd.*, p.173

**8.9.2. Cobertura del inventario:** Indica el tiempo que se podría haber atendido la demanda del producto con el stock promedio mantenido en el almacén<sup>34</sup>.

Su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Cobertura = \frac{1}{Rotación} \times Factor\ tiempo$$

## **8.10. SEGMENTACIÓN DE PRODUCTOS PARA DETERMINAR EL PRONÓSTICO ADECUADO**

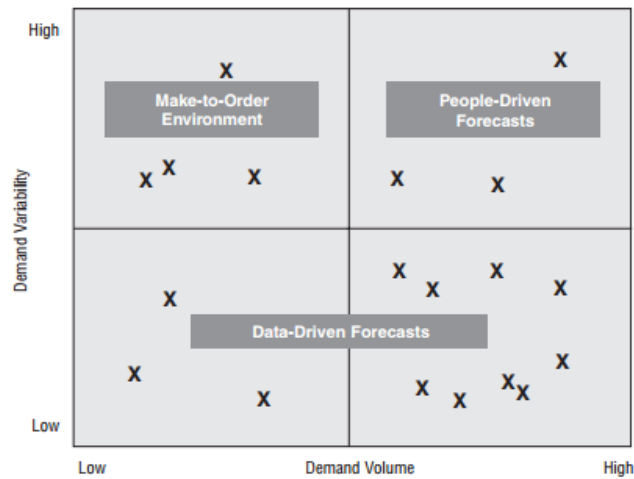
Según Keely Croxton, una buena gestión de la demanda permite a la organización ser más proactiva ante la demanda prevista y reactiva ante la demanda imprevista. Un componente importante de la gestión de la demanda es encontrar maneras de reducir la variabilidad y aumentar la flexibilidad operativa. La reducción de la variabilidad ayuda a tener una planificación más coherente y a reducir los costos. El aumento de la flexibilidad ayuda a que la empresa responda más rápidamente a los eventos internos y externos. Los productos pueden clasificarse de acuerdo a su demanda y variabilidad de la misma en 3 grandes grupos<sup>35</sup>:

---

<sup>34</sup> *Ibid.*, p.173

<sup>35</sup> CROXTON, Keely, et al. "The Demand Management Process". *The International Journal of logistics Management*. Vol. 13, Number 2. 2002. [En línea]. <[https://www.researchgate.net/publication/235304082\\_The\\_Demand\\_Management\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/235304082_The_Demand_Management_Process)> [Citado en 28 de Septiembre de 2016]

Gráfica 18. Segmentación de productos según variabilidad y volumen de consumo



Fuente: CROXTON, Keely; LAMBERT, Douglas; DASTUGUE, Sebastian; ROGERS, Dale. The Demand Management Process. The International Journal of logistics Management.

1. **Predicción basada en la información:** estos son productos con demanda alta o baja y nivel bajo de variabilidad, su demanda se puede pronosticar bajo algún modelo cuantitativo teniendo en cuenta el histórico de demandas.
2. **Bajo pedido:** productos con alta variabilidad y poco consumo, no es necesario mantener un nivel inventario ni realizar un pronóstico. Se solicitan al proveedor cuando sean requeridos
3. **Impulsados por el personal:** productos con alta demanda y alta variabilidad, en estos es necesario la intervención humana para su constante monitoreo.

## **9. FORMULACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA**

Luego de identificar las fallas del proceso descritas en el capítulo *7.5 Validación y análisis de datos* y teniendo en cuenta que en la organización actualmente se tiene establecida una política de inventarios se procede a diseñar las propuestas de mejora para el proceso de gestión de inventarios. A continuación se realiza una breve descripción de la política que maneja la institución actualmente y posteriormente se mencionan las propuestas de mejora realizadas.

### **9.1 DESCRIPCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS ACTUAL**

La clínica FOSCAL para el control de los inventarios de medicamentos y dispositivos médicos actualmente maneja un modelo de revisión periódica con demanda incierta ya que en la institución es más económico solicitar todos los productos a los proveedores en un determinado momento y así ahorrar costos de tiempo, transporte y compras, como también evitar errores. El intervalo de revisión de los artículos es de 30 días, por tanto el analista de compras quien es la persona que realiza los cálculos revisa y envía la lista de artículos que deben adquirirse al área de compras el día 24 de cada mes. Por otro lado, el tiempo de entrega de los productos es de 8 días; este tiempo fue estimado por el analista de compras y el jefe de suministros promediando el tiempo de llegada de los pedidos de los diferentes proveedores. El pronóstico de demanda actualmente se realiza con un promedio móvil simple para todos los artículos y de este pronóstico se deriva el cálculo de los inventarios de seguridad, el cual maneja un nivel de servicio del 95% para todos los productos. Cabe resaltar que no se ha determinado un punto mínimo ni máximo de inventarios y que para el cálculo de los inventarios de seguridad no se tiene en cuenta el intervalo de revisión. La definición de la política se encuentra en el capítulo *8.5 Control básico de inventarios por demanda*.

## **9.2. PROPUESTA DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS**

En esta propuesta se realiza el análisis del comportamiento de la demanda de los dispositivos médicos a partir de su clasificación ABC, se clasifican las referencias con base en el modelo propuesto en el marco teórico teniendo en cuenta la manera de administración (planificación por la institución, en consignación o por consenso), se establece el modelo de pronóstico que mejor se ajuste a cada artículo, se realiza el análisis de la normalidad de la demanda por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnov para finalmente calcular los inventarios de seguridad requeridos para cumplir con el nivel de servicio deseado.

### **9.2.1. Objetivos de la propuesta**

- Realizar la clasificación ABC de los dispositivos médicos por código homólogo, con el fin de identificar los artículos que representan una parte importante del valor total del inventario.
- Clasificar los artículos según la metodología de Croxton, en artículos de consignación, artículos en consenso y artículos planificados, teniendo en cuenta el valor del consumo y el coeficiente de variación.
- Determinar y seleccionar el modelo de pronóstico que mejor se ajuste al comportamiento de la demanda de los dispositivos médicos.
- Realizar el análisis de la normalidad según el comportamiento de la demanda por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnov.
- Determinar los niveles de inventarios de seguridad de los dispositivos médicos según el nivel de servicio esperado dependiendo de su clasificación ABC.

**9.2.2. Descripción de la propuesta.** A continuación se mencionan las fases que se seguirán para realizar el desarrollo de la propuesta:

**Fase 1. Clasificación ABC de los dispositivos médicos.**

De acuerdo a lo descrito en el marco teórico respecto a la definición de clasificación ABC, las referencias se dividen en tres grupos de la siguiente manera: grupo A, el cual contiene pocas referencias que representan un valor monetario alto y/o alta demanda; grupo B, en este se encuentran aquellas referencias que tienen una demanda media y/o un valor monetario intermedio comparadas con las referencias tipo A y C; y el grupo C, conformado por un gran número de referencias que representan baja demanda y/o bajo valor monetario para la clínica.

Es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos para la clasificación ABC:

- ✓ El periodo de análisis es de 19 meses, iniciando en Enero de 2015 y culminando en Julio de 2016.
- ✓ La clasificación ABC se realiza por código homólogo debido a que las referencias que pertenecen a determinado homólogo se componen de un mismo principio activo y suplen la misma necesidad, pero son fabricados por diferente laboratorio; por tanto algunas veces se solicitan a una u otra institución dependiendo de la disposición del artículo o del contrato que se maneje con el proveedor.
- ✓ Los datos que se usaron para la clasificación ABC provienen del informe generado por el sistema SAP, el cual contiene las unidades del inventario de los almacenes que van siendo utilizadas, es decir las cantidades que en su totalidad son consumidas por los pacientes de la institución.

- ✓ Los datos que aparecen en el consumo mensual por código homólogo corresponden a la unidad de empaque primario.
- ✓ La clasificación ABC se realiza teniendo en cuenta el criterio valor consumo, es decir las cantidades demandadas y el valor de compra cada artículo.
- ✓ El criterio valor consumo es realizado con el valor de compra de los artículos a la fecha actual, es decir el costo de cada referencia en el mes de Julio de 2016.

Para realizar la clasificación ABC se introducen los consumos de los artículos durante los 19 meses evaluados y por medio de una herramienta diseñada en Microsoft Excel de manera automática se obtienen los resultados. Esta herramienta se puede encontrar en el Anexo 10. Cabe resaltar que la herramienta usada fue propuesta por la institución y según el requerimiento debe ser formulada. A continuación se resumen los resultados:

Tabla 4. Resumen de la clasificación ABC dispositivos médicos.

<b>DISPOSITIVOS MÉDICOS FOSCAL</b>			
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>% NÚMERO DE REFERENCIAS</b>	<b>% VALOR CONSUMO TOTAL</b>
<b>A</b>	238	14,97%	79,94%
<b>B</b>	350	22,01%	15,04%
<b>C</b>	1002	63,02%	5,02%
<b>TOTAL</b>	1590	100,00%	100,00%

En la tabla se evidencia que el 14,97% de las referencias son tipo A y representan aproximadamente el 80% del valor de consumo total, en este rango el mínimo

valor unitario es de \$48 y tiene una demanda mensual promedio de 97200 unidades y el valor máximo es de \$57.500.000 y evidencia una única unidad consumida durante todo el periodo de análisis. Las referencias tipo B son el 22% del total de referencias y acumulan aproximadamente el 15% del valor de consumo total, en este grupo el valor mínimo unitario es de \$89 y lo poseen 2 referencias las cuales evidencian demandas mensuales promedio de 5331 y 4850 unidades, por otro lado el valor unitario máximo es de \$7.576.000 y en esta referencia se presentó consumo de solo 2 unidades durante todo el periodo de estudio. En el grupo de referencias tipo C se encuentran el 63% del total de artículos y el valor de consumo total es del 5%, el valor mínimo unitario encontrado fue de \$21 con una demanda promedio de 7050 unidades en el mes, mientras que el valor unitario máximo es de \$4.545.750 con sola una unidad demandada durante el periodo de análisis.

## **Fase 2. Clasificación según la manera de administración.**

De acuerdo a lo descrito en el marco teórico, según la metodología de Croxton las referencias se pueden clasificar dependiendo de su valor y su variabilidad. Cuando la variabilidad es pequeña se pueden obtener pronósticos mucho más certeros y por consiguiente reducción en los costos. Lo que propone el autor en este caso, es dividir las referencias de modo que, cuando exista una variabilidad muy alta los artículos se tengan en consignación, o se compren por consenso, es decir, por medio de un acuerdo al que se llega entre todos los involucrados cuando el valor además de la variabilidad es demasiado alto. De modo contrario, si la variabilidad es baja los artículos se pronostican sin importar si el valor es alto o no y se compran al proveedor antes de consumirse.

Es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos para la clasificación según la metodología de Croxton:

- ✓ La clasificación se realiza con el valor del consumo hallado para los 19 meses y el coeficiente de variación del mismo periodo de tiempo.
- ✓ La línea vertical divide el valor de consumo con el criterio del 80/20. Por tanto, a la derecha queda el 80% del valor consumo y a la izquierda el 20% restante. Este criterio de división es el propuesto por el autor Jorge H. Chávez en su libro Supply Chain Management<sup>36</sup>.
- ✓ La línea horizontal divide entre ítems estables y no estables, o de baja variabilidad y alta variabilidad. Para esta, se utiliza el índice de variabilidad, o lo que es lo mismo, coeficiente de variación, es decir:

$$\text{Índice de variabilidad} = \text{Coeficiente de variación} = \frac{S}{\bar{x}}$$

El coeficiente de variación para dividir los ítems estables y no estables es de 0,5 y fue propuesto por la organización, basados en el conocimiento propio. Por tanto, en la parte superior del cuadro se encuentran los artículos de alta variabilidad o inestables y en la parte inferior los de baja variabilidad o estables.

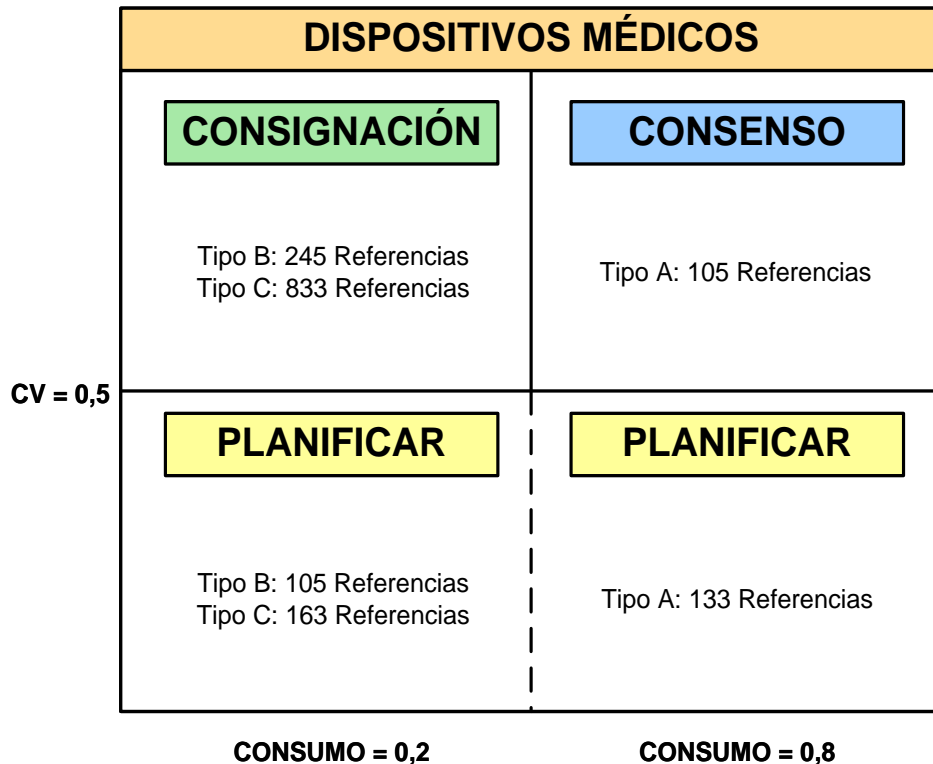
- ✓ Para la clasificación no se tuvo en cuenta 6 referencias debido a que el consumo de estas era de un solo mes, por tanto no tienen desviación estándar y en efecto no puede hallarse el coeficiente de variación.

La clasificación siguiendo esta metodología se realizó en la misma herramienta de Microsoft Excel en dónde se generó la clasificación ABC. Esta se encuentra en el Anexo 10. Además, la gráfica en donde se muestra la totalidad de artículos clasificados se encuentra en el Anexo 11. A continuación, se resume el resultado:

---

<sup>36</sup> CHAVEZ, Jorge H. TORRES R. Rodolfo. Supply Chain Management. Segunda Edición. Santiago de Chile: RIL editores. 2012., p. 176.

Gráfica 19. Gráfico de resumen metodología Croxton Dispositivos médicos.



En la gráfica se evidencia que 1078 referencias quedan clasificadas en consignación, esta cifra representa aproximadamente el 68% del total de dispositivos médicos analizados, de estos el 22.73% de las referencias se clasifican como tipo B y el 77.27% de las referencias como tipo C. Además, se observa que en consenso se ubican 105 referencias, las cuales representan el 44% del total de productos tipo A, por lo tanto, son estas a las cuales se les debe prestar mayor atención al momento de planificar su demanda y hacer pedidos al proveedor. Por otro lado, la cantidad de dispositivos médicos estables para la clínica, es decir, aquellos que se deben planificar es de 401 referencias, de estas aproximadamente el 33% son tipo A y 26.18% tipo B.

### **Fase 3. Pronóstico de la demanda.**

Pronosticar de manera correcta la demanda de los artículos en la clínica FOSCAL es una tarea de gran importancia debido a que la institución presenta características particulares que hacen que el comportamiento del consumo de productos varíe en gran medida y por tanto establecer un tipo de pronóstico que reduzca el nivel de incertidumbre es bastante complejo. Para pronosticar la demanda de los Dispositivos Médicos se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Los datos históricos de los artículos se obtienen por medio del sistema de información SAP, el cual contiene los consumos mensuales por código homólogo de cada uno de los dispositivos médicos.
- ✓ Para realizar los pronósticos se tiene en cuenta el consumo histórico de 19 meses, específicamente desde Enero de 2015 hasta Julio de 2016.
- ✓ La clínica, por ser una institución prestadora de salud presenta características particulares en el comportamiento del consumo de artículos y se pueden dar a causa del aumento de enfermedades, a accidentes en diferentes épocas del año, a la presencia de nuevas bacterias en el ambiente, al cambio de productos utilizados por parte de los médicos, al aumento de embarazos y gestantes, entre otras cosas. Debido a esto, la variabilidad de ciertos ítems es bastante alta.
- ✓ El patrón de estacionalidad de la demanda no se evalúa, debido a que se considera en la institución que con 19 meses no es posible establecer un comportamiento acertado para los artículos analizados.

- ✓ En el caso de productos que se empezaron a consumir después de Enero de 2015, se realiza el pronóstico a partir del primer mes en que se generó demanda, por tanto, en ciertos casos algunos pronósticos no fueron aplicados como consecuencia de que no se cuenta con información suficiente.
- ✓ Para la proyección de la demanda se utiliza la herramienta de Microsoft Excel que se ha utilizado anteriormente. En ésta se formulan los diferentes pronósticos a partir de los históricos y se elige el más acertado para cada artículo de acuerdo al criterio del menor error cuadrático medio.
- ✓ En la herramienta planteada por las practicantes se realiza el pronóstico para las 1590 referencias de dispositivos médicos, debido a que la mayoría actualmente se planifican, y también a que llegar a un acuerdo de los directivos para establecer un contrato con cada proveedor de los artículos que deben estar en consignación toma tiempo. Sin embargo el análisis exhaustivo de los modelos de demanda se realiza sólo para las referencias que según la metodología de Croxton se deben planificar, es decir se deben manejar internamente, para este caso 401 referencias.

Los modelos de pronósticos que se aplicaron para predecir la demanda de los artículos de la institución son los siguientes:

- **Promedio móvil simple:** Este tipo de pronóstico predice la demanda futura promediando la demanda real de los datos históricos de cada artículo según el número de periodos seleccionados para la realizar dicho promedio (n). De acuerdo con la teoría descrita en el marco teórico se procede a aplicar esta técnica con cuatro tipo de n.  $n=3$ ,  $n=5$ ,  $n=7$  y  $n=9$ .
- **Suavización exponencial simple:** Este tipo de pronóstico predice la demanda del periodo siguiente al último periodo cursado. Al aplicarlo es elemental

conocer el pronóstico del periodo anterior y la demanda real del periodo anterior, por tanto, en el presente caso se establece que la demanda real del mes de Enero de 2015 es también la pronosticada. En este método, se utiliza una constante de suavización ( $\alpha$ ) para darle mayor relevancia a los datos antiguos o a los datos recientes dependiendo de cómo se comporta la demanda a través del tiempo en la institución. Esta constante de suavización varía entre 0 y 1, siendo 0 la constante que da toda la importancia a los datos antiguos y 1 la constante que da toda la relevancia a los datos recientes. Al proceder a aplicar esta técnica se eligen tres tipos de constantes de suavización para la experimentación.  $\alpha = 0,3$ ;  $\alpha = 0,5$ ; y  $\alpha = 0,8$ .

- **Suavización exponencial con tendencia:** También conocido como método Holts, se aplica con el objetivo de evaluar los pronósticos que muestran una tendencia de crecimiento o decrecimiento en el comportamiento de la serie de datos. En este caso para el primer dato relacionado con el suavizado de la serie ( $A_t$ ) se toma el dato conocido como demanda del mes y para la primera suavización de la tendencia ( $T_t$ ) se halla la diferencia entre la demanda del periodo actual y la demanda del periodo anterior. Las constantes relacionadas con la suavización exponencial con tendencia son: la constante de suavización de la serie ( $\alpha$ ) y la constante de suavización de la tendencia ( $\beta$ ), ambas varían entre 0 y 1; en este caso un valor cercano a 1 de  $\alpha$  da mayor ponderación a la serie y de  $\beta$  da mayor ponderación a la tendencia de los datos. Para aplicar esta técnica se usaron los valores para las constantes de:  $\alpha=0.3$  y  $\beta=0.2$  con variación del  $n= 5, 7$  y  $9$ . Los valores de  $\alpha=0.3$  y  $\beta=0.2$  se eligieron a prueba y error luego de evaluar varias combinaciones y obtener el menor error con ésta.
- **Regresión Lineal:** De acuerdo al marco teórico, esta técnica de pronóstico se aplica con el fin de descubrir la relación de linealidad entre dos variables, en nuestro caso entre la demanda y el tiempo. Para este método se calculó el

coeficiente de determinación de cada recta, el cual mide cantidad de variación de la variable dependiente explicada por la variable independiente, es decir, permite medir la calidad del ajuste de un modelo lineal, pues es necesario saber si existe relación lineal entre las variables<sup>37</sup>, o de lo contrario si la técnica de regresión debe descartarse a la hora de elegir el mejor pronóstico. Después de un amplio análisis se establece con la jefatura de la división de suministros que si el coeficiente de determinación es mayor a 0,7 significa que hay una relación alta entre las variables y aplicar este método es factible, de lo contrario, no se tendrá en cuenta para el cálculo.

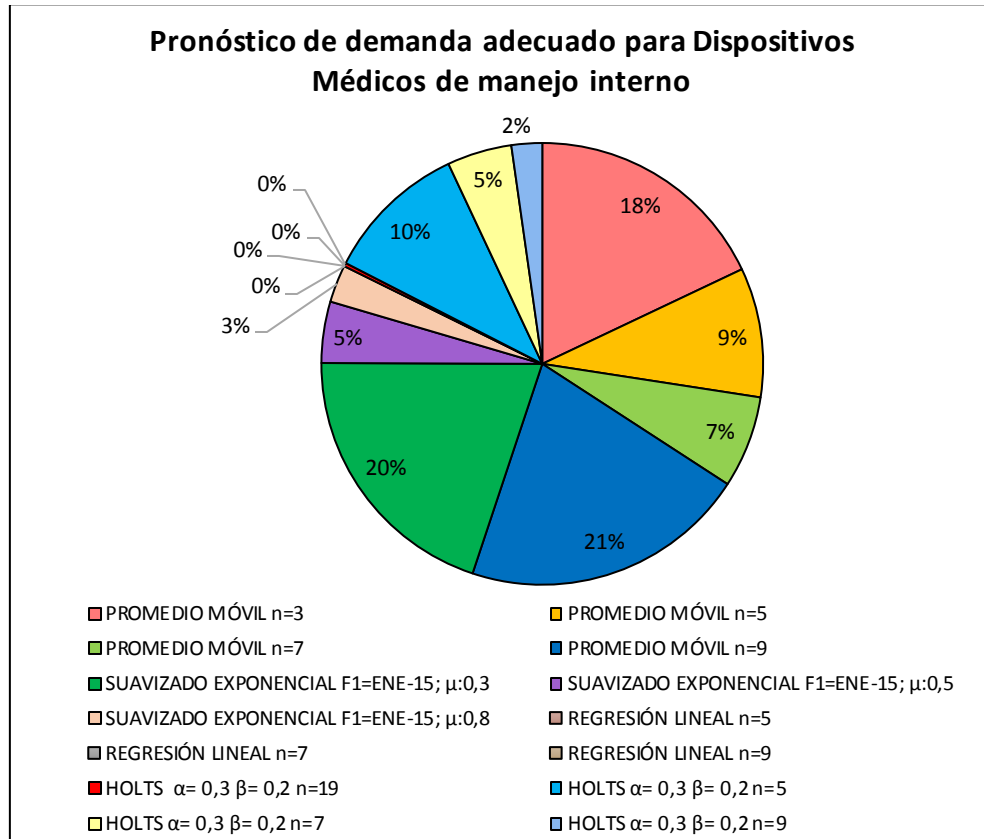
#### **Fase 4. Selección del mejor modelo de pronóstico para cada artículo.**

Para determinar el mejor modelo de pronóstico aplicado, se calculó el MSE (Mean Squared Error) o Error Cuadrático Medio, definido en el marco teórico, para cada uno de los modelos utilizados. Se eligió el modelo que presentó el mínimo error comparado con los demás. Cabe resaltar que la técnica de regresión lineal con coeficiente de determinación por debajo de 0,7 no se tuvo en cuenta en esta elección, debido a que por debajo de este punto más del 30% de las relaciones de la regresión estarían explicadas por el error pero no por el modelo hallado. El modelo de pronóstico ajustado para cada homólogo se presenta en una tabla en el Anexo 12. Los resultados resumidos se presentan a continuación.

---

<sup>37</sup> DE LA PUENTE, V. Carlos. SPSS/PC+ Una guía para la investigación. Madrid: Editorial Complutense. 1995. p.528.

Gráfica 20. Pronóstico adecuado para dispositivos médicos de manejo interno.



Teniendo en cuenta que los artículos de manejo interno son los de mayor interés para la institución en lo que a su planificación se refiere, se determinó que de 401 dispositivos médicos de manejo interno: el 21% es decir 84 referencias arrojaron el menor error usando el modelo de promedio móvil simple con  $n=9$  por lo que se determina que su planificación se debe realizar con este método; 80 referencias que representan el 20% se ajustaron al modelo de pronóstico suavizado exponencial  $F1=ene-15; \mu:0,3$ ; el tercer modelo con mayor cantidad de referencias para planificación es el promedio móvil con  $n=3$  al cual se asignaron 72 referencias. Los modelos promedio móvil con  $n=5$  y Holts o suavización exponencial con tendencia con  $\alpha=0,3$   $\beta=0,2$   $n=5$  se ajustan a 38 y 42 referencias respectivamente. En los 5 modelos anteriormente nombrados se acumulan el 78%

de los 401 artículos analizados. Además se observa el modelo de regresión lineal no se ajusta a ninguna de las referencias.

Luego de obtener el pronóstico que mejor se ajusta a cada artículo, se procede a calcular el error con respecto a la demanda real del mes de Agosto; se encuentra que del total de 401 referencias 228 presentan error entre 0 y 20%, 97 referencias tienen error entre 20% y 40% y para las 71 restantes el error se encuentra por encima del 40%.

Es importante tener en cuenta que existen causas que pueden provocar distorsiones en el pronóstico arrojado por los distintos modelos aplicados y que como consecuencia inciden en el aumento o disminución del error, algunas de estas son:

- ✓ Los datos analizados corresponden a los consumos y son descargados del sistema SAP y no en todos los casos se refleja la demanda real de las referencias debido a que no se introduce la totalidad de las necesidades.
- ✓ Los artículos presentan fluctuaciones continuas en la demanda durante el periodo de análisis y como consecuencia de esto los coeficientes de variación son altos.

Por otro lado como petición de la clínica y teniendo en cuenta que la organización a pesar de no administrar internamente los artículos en consignación y consenso les realiza seguimiento de la demanda con el objetivo de conocer las necesidades reales y así fijar políticas para establecer contratos con los proveedores, se realiza el análisis de los pronósticos tanto para los artículos de manejo en consignación

como para los artículos en consenso, para que de esta manera la organización pueda hacer revisión de la información y tomar las decisiones pertinentes. Los resultados se encuentran en el Anexo 13.

### **Fase 5. Análisis del comportamiento de la demanda a través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS)**

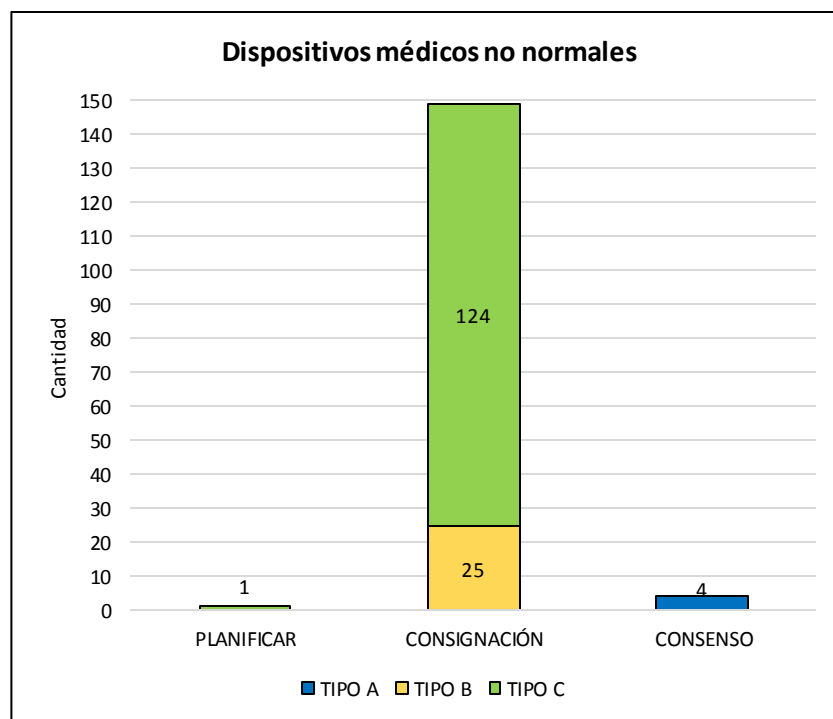
Después de realizar la clasificación ABC de los artículos, de hallar la manera como se deben administrar en la institución y de conocer el modelo de pronóstico de demanda para cada uno, se procede a determinar la normalidad de los datos por medio de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov (KS). Se utiliza esta prueba debido a que presenta ciertas características que son afines a los datos utilizados: la primera es que es un método de distribución libre y por tanto no se requiere conocer la distribución de la población y la segunda que las muestras son pequeñas, es decir, de menos de 50 datos. El objetivo es determinar si la distribución de los datos de demanda analizados describe una curva normal, pues el inventario de seguridad depende directamente de una constante que se define en las tablas estadísticas según el tipo de comportamiento y el nivel de servicio deseado. Los pasos que se siguieron documentados en el marco teórico se encuentran en el Anexo 14. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 5. Resultados prueba de normalidad KS Dispositivos Médicos.

<b>PRUEBA DE NORMALIDAD DISPOSITIVOS MÉDICOS</b>		
NORMAL	1369	86,10%
NO NORMAL	154	9,69%
NO SE REALIZÓ	67	4,21%
<b>TOTAL</b>	<b>1590</b>	<b>100,00%</b>

De la tabla anterior se puede concluir que del total de 1590 dispositivos médicos, 1369 es decir el 86.10% de artículos se puede aceptar que se comportan de manera normal por tanto se les puede hallar el inventario de seguridad sin ningún problema; a 4.21% de los artículos no fue posible realizarles la prueba debido a que tienen datos de menos de tres periodos, es decir son productos recientes en la clínica y por ello no reflejan aún ningún comportamiento; y alrededor del 10% de los artículos no se comportan de manera normal, por tanto se procede a analizarlos más detalladamente a continuación:

Gráfica 21. Dispositivos médicos no normales.



De los 154 artículos que no tienen un comportamiento normal se puede observar en la gráfica anterior que aproximadamente el 97% están en consignación y de estos el 83.2% pertenecen al grupo C. Al analizarlos detalladamente se concluye que son dispositivos médicos que poco se usan en la institución. Además, 4

referencias no normales son tipo A, pero estas deberían solicitarse por consenso, por lo que no se pedirían por medio de un pronóstico y el inventario de seguridad se determinaría a razón de lo que las personas encargadas decidan. Sólo 1 referencia del total de no normales se planifica y es tipo C, por lo que se llegó a un acuerdo con la institución de tratar todos los productos como normales ya que según el teorema del límite central<sup>38</sup> si se tiene una muestra aleatoria de una población con varianza finita, esta presenta una distribución aproximadamente normal independientemente de la distribución de la población.

## **Fase 6. Cálculo de los inventarios de seguridad.**

Debido a que la demanda de algunos artículos varía mes a mes en la institución en gran proporción y a que uno de los principales intereses de la clínica es el buen manejo de los productos para no incurrir en costos innecesarios, en esta fase se procede a calcular los inventarios de seguridad para cada homólogo teniendo en cuenta que la falta de existencias genera altos costos y como consecuencia afecta la rentabilidad de la clínica. Además al ser la FOSCAL una institución prestadora de servicios de salud es indispensable contar con los medicamentos y dispositivos médicos a la hora que se necesiten para cumplir con la satisfacción de las necesidades del paciente. El cálculo de los inventarios de seguridad presenta las siguientes características:

- ✓ Los pedidos en la clínica se realizan bajo el modelo de revisión periódica, debido a que se revisan en el mismo tiempo de cada mes los niveles de inventario para múltiples artículos.

---

<sup>38</sup> MINITAB. Soporte de Minitab. El teorema del límite central: las medias de muestras grandes y aleatorias son aproximadamente normales. [En línea]. <<http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/introductory-concepts/basic-concepts/central-limit-theorem/>> [Citado en 10 de Diciembre de 2016]

- ✓ La revisión del inventario actualmente está establecida en un ciclo de 30 días.
- ✓ El tiempo de entrega del proveedor varía dependiendo de la ubicación de la fábrica, de la política que se haya establecido entre éste y la clínica y del día en que se soliciten los productos, por tanto, después de un arduo análisis se estableció con ayuda de la jefe de la división de suministros que el tiempo de entrega promedio de un pedido es de 8 días.
- ✓ Actualmente la clínica maneja un nivel de servicio del 95%, por lo que la jefe de la división sugiere manejar el nivel de servicio dependiendo de la clasificación ABC de los artículos de la siguiente manera: para artículos tipo A, un nivel de servicio del 98%; para artículos tipo B, un nivel de servicio del 95% y para artículos tipo C, un nivel de servicio del 90%.
- ✓ Teniendo en cuenta el pronóstico y el inventario de seguridad se halla el punto máximo del inventario para cada una de las referencias.
- ✓ El inventario de seguridad teórico hace referencia al hallado por los practicantes con el pronóstico de demanda propuesto por los mismos. El inventario de seguridad real es el que se solicitó por la institución para el mes de agosto.

A continuación se muestra el resumen del valor en pesos del inventario de seguridad teórico para los niveles de servicio deseados por la organización:

Tabla 6. Valor del inventario de seguridad de dispositivos médicos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%

INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA UN NIVEL DE SERVICIO A=98%, B=95%, C=90%			
A	\$1.358.706.958,06	PLANIFICAR	\$326.735.939,97
		CONSIGNACIÓN	\$-
		CONSENSO	\$1.031.971.018,09
B	\$430.579.451,13	PLANIFICAR	\$41.886.928,15
		CONSIGNACIÓN	\$388.692.522,98
		CONSENSO	\$-
C	\$219.152.837,49	PLANIFICAR	\$7.387.314,58
		CONSIGNACIÓN	\$211.765.522,92
		CONSENSO	\$-

De la tabla es posible deducir que para las referencias consideradas como de manejo interno o de planificación el inventario de seguridad representa el 18,7% del inventario de seguridad total, y el 81,3% restante del valor del inventario se distribuye entre las referencias de tipo consignación y consenso. Es decir, que para el nivel de servicio deseado la organización asumiría un costo de \$376.010.182,70 en inventario de seguridad de las referencias de manejo interno durante el mes de Agosto, teniendo en cuenta que el valor del inventario de las referencias en consignación es asumido en su totalidad por el proveedor y que para las de consenso no necesariamente se debe pedir la cantidad arrojada por el pronóstico sino la que por análisis decida el equipo interesado.

Luego de obtener el valor de los inventarios de seguridad para los niveles de servicio de interés para la organización, se procede a hallar el valor del inventario de seguridad con el nivel de servicio manejado actualmente y se realiza la respectiva comparación a continuación, teniendo en cuenta el nivel de servicio actual correspondiente a A=B=C=95%.

Tabla 7. Diferencia valor del inventario de seguridad teórico de dispositivos médicos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización

Tipo de Administración	Nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%	Nivel de servicio A=B=C=95%	Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual
Planificar	\$376.010.182,70	\$325.512.996,06	\$50.497.186,64
Consignación	\$600.458.045,90	\$640.244.295,66	-\$39.786.249,76
Consenso	\$1.031.971.018,09	\$868.095.792,04	\$163.875.226,05
<b>TOTAL</b>	<b>\$2.008.439.246,69</b>	<b>\$1.833.853.083,76</b>	<b>\$174.586.162,93</b>

En la tabla se puede observar que aumentar un 3% el nivel de servicio de los productos tipo A, mantener el nivel de los productos tipo B y disminuir en 5% el de las referencias tipo C genera un incremento de \$174.586.162,93 en el valor total del inventario de seguridad como causa del aumento en el valor del inventario de las referencias de manejo interno y en consenso.

Considerando que aumentar el nivel de servicio en las referencias tipo A genera un costo bastante alto y una probabilidad casi nula de que se generen faltantes en un año, las practicantes sugieren realizar el análisis para un nivel de servicio más bajo que cumpla con las necesidades de los pacientes. El nivel de servicio sugerido es A:95%; B:90%; C:85%, es decir mantener el nivel de servicio de los dispositivos médicos tipo A, disminuir 5% el de las referencias tipo B y 10% el de las referencias tipo C. A continuación se muestran los resultados:

Tabla 8. Valor del inventario de seguridad de dispositivos médicos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%

INVENTARIO DE SEGURIDAD CON UN NIVEL DE SERVICIO A:95%; B:90%; C:85%			
A	\$1.142.946.625,66	PLANIFICAR	\$274.850.833,62
		CONSIGNACIÓN	\$-
		CONSENSO	\$868.095.792,04
B	\$362.477.599,17	PLANIFICAR	\$35.261.954,82
		CONSIGNACIÓN	\$327.215.644,35

		<b>CONSENSO</b>	\$-
<b>C</b>	\$191.260.658,18	<b>PLANIFICAR</b>	\$6.447.110,90
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$184.813.547,27
		<b>CONSENSO</b>	\$-

Posteriormente se presenta el resumen de la diferencia observada entre el valor del inventario con nivel de servicio actual y el propuesto por las autoras.

Tabla 9. Diferencia valor inventario de seguridad de dispositivos médicos nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes.

<b>Tipo de Administración</b>	<b>Nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%</b>	<b>Nivel de servicio A=B=C=95%</b>	<b>Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual</b>
<b>Planificar</b>	\$316.559.899,35	\$325.512.996,06	-\$8.953.096,71
<b>Consignación</b>	\$512.029.191,62	\$640.244.295,66	-\$128.215.104,04
<b>Consenso</b>	\$868.095.792,04	\$868.095.792,04	\$-
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.696.684.883,01</b>	<b>\$1.833.853.083,76</b>	<b>-\$137.168.200,75</b>

Se observa que el valor total del inventario de seguridad con el nivel de servicio propuesto es inferior que el del nivel de servicio actual en \$137.168.200,75. Y también menor \$311.754.363,68 respecto al valor arrojado por el nivel de servicio propuesto por la organización, esto debido a que el valor del inventario de las referencias en consenso, planificación y consignación disminuye notablemente.

Es importante tener en cuenta que la organización en el momento de hallar el inventario de seguridad con la herramienta utilizada hasta el momento, solo tiene en cuenta el lead time L=8 días, despreciando los 30 días del tiempo de reaprovisionamiento, es decir no está guardando un stock de seguridad para los 30 días del ciclo y por tanto se generan faltantes a mitad de mes lo que hace que se necesite realizar un pedido de refuerzo en ciertos periodos. Debido a esta

situación, para el mes de Agosto el valor del inventario de seguridad real para las referencias de manejo interno fue de \$67.832.396. En el Anexo 15 se puede observar la comparación entre el inventario real y el inventario teórico, es decir, el que se solicitó por la clínica para el mes de Agosto versus el hallado por las practicantes.

### **9.3. PROPUESTA DE MEJORA PARA MEDICAMENTOS.**

La propuesta de mejora para estos artículos es la misma realizada para los dispositivos médicos de la clínica en el numeral 9.1. A continuación se mencionan los objetivos de la propuesta y se describen las propuestas de mejora realizadas.

#### **9.3.1. Objetivos de la propuesta**

- Realizar la clasificación ABC de los medicamentos por código homólogo, con el fin de identificar los artículos que representan una parte importante del valor total del inventario.
- Clasificar los artículos según la metodología de Croxton, en artículos de consignación, artículos en consenso y artículos planificados, teniendo en cuenta el valor del consumo y el coeficiente de variación.
- Determinar y seleccionar el modelo de pronóstico que mejor se ajuste al comportamiento de la demanda de los medicamentos.
- Realizar el análisis de la normalidad según el comportamiento de la demanda por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnov.

- Determinar los niveles de inventarios de seguridad de los medicamentos según el nivel de servicio esperado dependiendo de su clasificación ABC.

**9.3.2. Descripción de la propuesta.** A continuación se mencionan las fases que se deben seguir para llevar a cabo el diseño de la propuesta:

**Fase 1. Clasificación ABC de los medicamentos.**

La clasificación ABC para los medicamentos de la institución se realiza de la misma manera que la clasificación de los dispositivos médicos y se tienen en cuenta los mismos aspectos resaltados anteriormente.

Tabla 10. Resumen de la clasificación ABC de medicamentos.

<b>MEDICAMENTOS FOSCAL</b>			
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>% NÚMERO DE REFERENCIAS</b>	<b>% VALOR CONSUMO TOTAL</b>
<b>A</b>	91	6,74%	79,99%
<b>B</b>	174	12,89%	14,99%
<b>C</b>	1085	80,37%	5,02%
<b>TOTAL</b>	1350	100,00%	100,00%

De la tabla es posible inferir que el 6,74% de las referencias de medicamentos se clasifican como tipo A y representan el 79,99% del valor del consumo total, en este grupo el artículo con el menor costo unitario tiene un costo de \$829 y su demanda promedio es de 9850 unidades por mes, y la referencia con el mayor valor unitario es de \$19.150.875 con una demanda mensual de 1 unidad. Las referencias tipo B son el 12,89% del total de referencias y comprenden el 14,99% del valor total de consumo, en este grupo el menor valor unitario observado es de \$220 con una

demanda promedio de 5350 unidades por mes, mientras que el mayor valor unitario es de \$11.410.454 con un consumo total de 3 unidades durante todo el periodo de estudio. Finalmente, las referencias tipo C representan el 80,37% del total de referencias y acumulan el 5,02% del consumo total, dentro de este grupo el valor mínimo unitario observado es de \$12 con un promedio mensual de 195 unidades, y el valor unitario máximo es de \$8.500.000 con un único consumo durante el periodo de estudio.

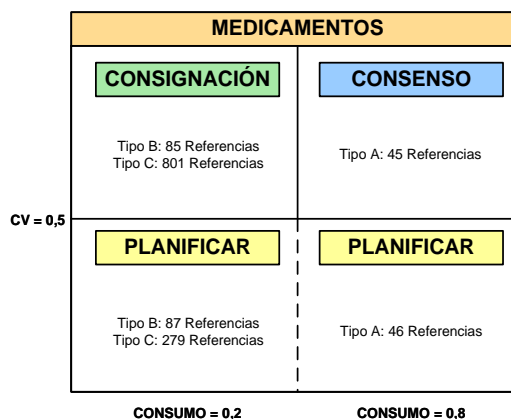
## Fase 2. Clasificación según la manera de administración.

Además de tener en cuenta los aspectos nombrados anteriormente en la clasificación de los dispositivos médicos, es conveniente tener en cuenta el siguiente aspecto para la clasificación de los medicamentos:

- ✓ Para la clasificación no se tuvo en cuenta 7 referencias debido a que el consumo de estas era de un solo mes, por tanto no tienen desviación estándar y en efecto no puede hallarse el coeficiente de variación.

La clasificación siguiendo esta metodología se realizó en la misma herramienta de Microsoft Excel en dónde se ha venido trabajando. Esta se encuentra en el Anexo 10. Además, las gráficas en dónde se especifica la totalidad de artículos clasificados se encuentra en el Anexo 16. A continuación, se resume el resultado:

Gráfica 22. Gráfica de resumen metodología Croxton Medicamentos.



En la gráfica anterior se observa que 886 referencias se clasifican como manejo en consignación, esta cifra representa aproximadamente el 66% del total de medicamentos analizados, de estos 886 el 90% de las referencias se clasifican como tipo C y el 10% restante de las referencias son tipo B. También, se observa que en consenso se ubican 45 referencias, las cuales representan el 49% del total de productos tipo A, por lo tanto, son estas a las cuales se les debe prestar mayor atención en el momento de planificar su demanda y al lanzar los pedidos al proveedor. Por otro lado, la cantidad de medicamentos estables para la clínica, es decir, aquellos que se deben planificar es de 412 referencias que representan el 31% del total de medicamentos, de estas el 11% son tipo A y aproximadamente el 21% son referencias tipo B.

### **Fase 3. Pronóstico de demanda**

La evaluación y aplicación de los pronósticos de demanda se realiza de forma similar que los dispositivos médicos, es importante tener en cuenta que:

- ✓ El patrón de estacionalidad de la demanda no se evalúa, debido a que se considera en la institución que con 19 meses no es posible establecer un comportamiento acertado para los artículos analizados.
- ✓ Los modelos evaluados son promedio móvil, suavizado exponencial, regresión lineal y suavizado exponencial con tendencia, con las mismas variaciones enunciadas anteriormente.
- ✓ Para la regresión lineal se calculó el coeficiente de determinación de cada recta el cual mide la fiabilidad del modelo debido a que es necesario saber si el

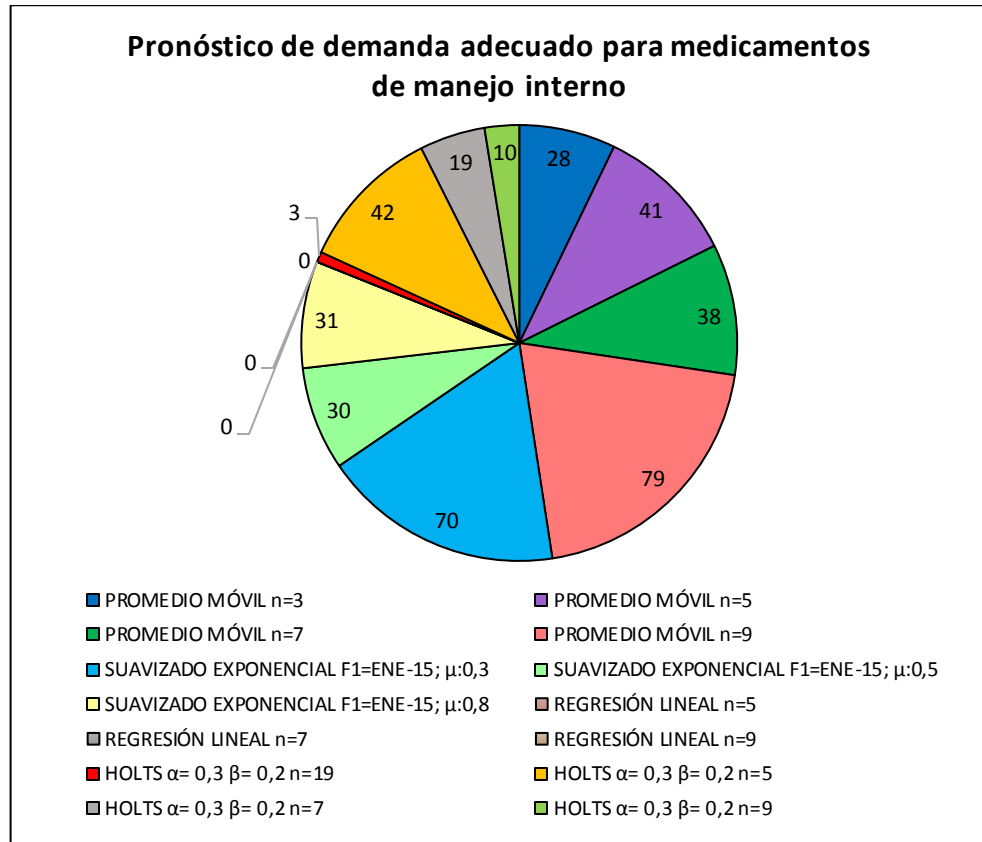
ajuste lineal es suficientemente confiable, o de lo contrario si la técnica de regresión lineal debe descartarse a la hora de elegir el mejor pronóstico. Si el coeficiente de determinación es mayor a 0,7 significa que hay una relación alta entre las variables y aplicar este método es factible, de lo contrario, no se tendrá en cuenta para el cálculo.

- ✓ En la herramienta planteada por las practicantes se realiza el pronóstico para las 1350 referencias de medicamentos. Sin embargo el análisis detallado de los modelos de demanda se realiza sólo para las referencias que según la metodología de Croxton se deben planificar, es decir deben tener manejo interno para este caso 412 referencias.

#### **Fase 4. Selección del mejor modelo de pronóstico para cada artículo.**

Para determinar el mejor modelo de pronóstico aplicado, se calculó el Error Cuadrático Medio. Se eligió el modelo que presentó el mínimo error comparado con los demás. Cabe resaltar que la técnica de regresión lineal con coeficiente de determinación por debajo de 0,7 no se tuvo en cuenta en esta elección, teniendo en cuenta que por debajo de este punto más del 30% de las relaciones de la regresión estarían explicadas por el error pero no por el modelo hallado. El modelo de pronóstico adecuado para cada homólogo se presenta en una tabla en el Anexo 17. Los resultados resumidos se presentan a continuación:

Gráfica 23. Pronóstico adecuado para medicamentos de manejo interno



Teniendo en cuenta que los artículos de manejo interno son los de mayor interés para la institución en lo que a su planificación se refiere, se determinó que de 412 medicamentos de manejo interno: el 20% es decir 79 referencias evidenciaron el menor error usando el modelo de promedio móvil simple con  $n=9$  por lo que se determina que su planificación se debe realizar con este método; 70 referencias que representan el 18% se ajustaron al modelo de pronóstico suavizado exponencial  $F1=ene-15; \mu:0,3$ ; el tercer modelo con mayor cantidad de referencias para planificación es el Holts con  $\alpha= 0,3 \beta= 0,2 n=5$  al cual se asignaron 42 referencias. Los modelos promedio móvil con  $n=5$  y promedio móvil con  $n=7$  se

ajustan a 41 y 38 referencias respectivamente, acumulándose entre los 5 modelos anteriormente nombrados el 69% de los artículos analizados.

Luego de tener el pronóstico que mejor se ajusta a cada artículo, se procede a calcular el error con respecto a la demanda real del mes de Agosto, se encuentra que del total de 286 referencias a las que se les calculó el error, 147 presentan error entre 0 y 20%, 58 referencias tienen error entre 20% y 40% y para las 81 restantes el error se encuentra por encima del 40%.

Es importante tener en cuenta que igual que sucede con los dispositivos médicos, existen situaciones que pueden generar diferencias entre el pronóstico y la demanda real, algunos de estos como se mencionó anteriormente son la alta variabilidad reflejada en el coeficiente de variación y la falta de exactitud en la demanda reflejada por la información descargada del sistema.

Por otro lado como petición de la clínica y teniendo en cuenta que la organización a pesar de no administrar internamente los artículos en consignación y consenso realiza a estos seguimiento de la demanda con el objetivo de conocer las necesidades reales y así fijar políticas para establecer contratos con los proveedores, se realiza el análisis de los pronósticos tanto para los medicamentos de manejo en consignación como para los artículos en consenso, para que de esta manera la organización pueda hacer revisión de la información y tomar las decisiones pertinentes. Los resultados se encuentran en el Anexo 18.

## **Fase 5. Análisis del comportamiento de la demanda a través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS)**

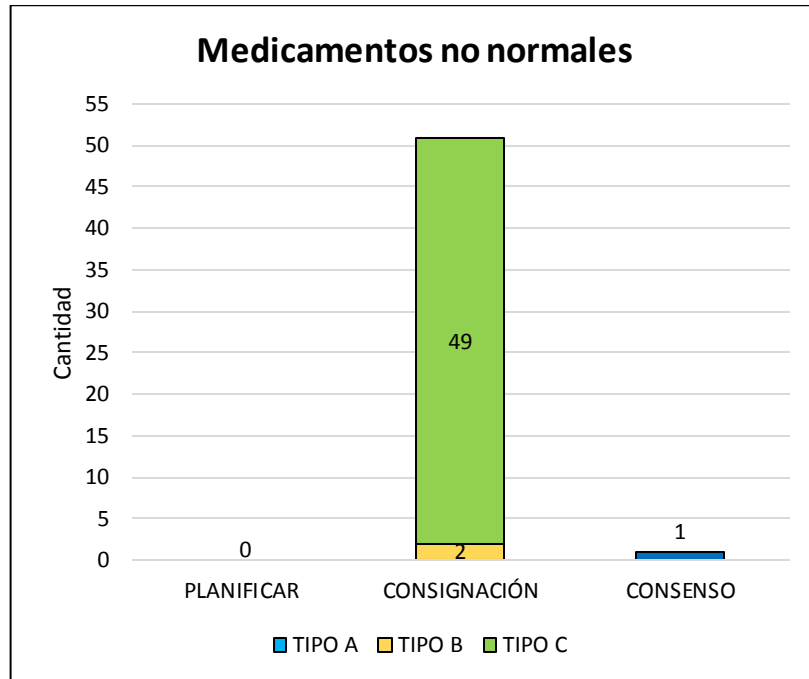
El objetivo de esta prueba es determinar si la distribución de los datos de demanda analizados describe una curva normal, pues para hallar el inventario de seguridad es necesario utilizar una constante que se define en las tablas estadísticas según el tipo de comportamiento y el nivel de servicio deseado. Los pasos que se siguieron para realizar la prueba se describen en la fase 5 de la propuesta de mejora de los dispositivos médicos. Cabe aclarar que para los medicamentos se realizó la prueba a la totalidad de las referencias, es decir 1350. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 11. Resultados prueba de normalidad KS Medicamentos.

<b>PRUEBA DE NORMALIDAD MEDICAMENTOS</b>		
NORMAL	1270	94,07%
NO NORMAL	52	3,85%
NO SE REALIZÓ	28	2,07%
<b>TOTAL</b>	<b>1350</b>	<b>100,00%</b>

Para la prueba de normalidad de los medicamentos se concluye que del total de 1350, el 94.07% de artículos se comportan de manera normal por tanto es posible hallar el inventario de seguridad sin ningún problema; a 28 artículos no fue posible realizarles la prueba debido a que tienen menos de tres periodos de consumo, es decir son productos recientes en la clínica y por ello no reflejan aún ningún comportamiento; y alrededor del 4% de los artículos no se comportan de manera normal, por tanto se procede a analizarlos más detalladamente a continuación.

Gráfica 24. Medicamentos no normales.



De los 52 artículos que no tienen un comportamiento normal se puede observar en la gráfica anterior que el 98.08% están en consignación y de estos alrededor del 96% pertenecen al grupo C. Al analizarlos detalladamente se concluye que son medicamentos que dejaron de utilizarse o actualmente se usan en una ocasión específica. Además, 1 referencia no normal es de tipo A, pero esta debería administrarse por consenso, por lo que no se pediría por medio de un pronóstico y el inventario de seguridad se determinaría a razón de lo que las personas encargadas decidan. Se observa que todas las referencias de manejo interno o que se planifican se consideran normales, por lo tanto es posible hallar su inventario de seguridad sin ningún inconveniente.

## Fase 6. Cálculo de los inventarios de seguridad.

Debido a que la demanda de algunos artículos varía mes a mes en la institución en gran proporción y a que uno de los principales intereses de la clínica es el buen manejo de los productos para no incurrir en costos innecesarios, en esta fase se procede a calcular los inventarios de seguridad para cada homólogo teniendo en cuenta que la falta de existencias genera altos costos y como consecuencia afecta la rentabilidad de la organización. Además de que al ser la clínica FOSCAL una institución prestadora de servicios de salud es indispensable contar con los medicamentos y dispositivos médicos a la hora que se necesiten para cumplir con la satisfacción de las necesidades del paciente. El cálculo de los inventarios de seguridad presenta las mismas características que el cálculo de los inventarios de los dispositivos médicos.

A continuación se presenta el resumen del valor en pesos del inventario de seguridad teórico para los niveles de servicio deseados por la organización:

Tabla 12. Valor del inventario de seguridad de medicamentos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%

INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA UN NIVEL DE SERVICIO A:98%; B:95%; C:90%			
A	\$3.869.259.908,49	PLANIFICAR	\$1.029.838.831,23
		CONSIGNACIÓN	\$-
		CONSENSO	\$2.839.421.077,26
B	\$745.862.735,09	PLANIFICAR	\$131.201.188,08
		CONSIGNACIÓN	\$614.661.547,00
		CONSENSO	\$-
C	\$291.992.544,86	PLANIFICAR	\$35.520.701,75
		CONSIGNACIÓN	\$256.471.843,11
		CONSENSO	\$-

De la tabla es posible deducir que para las referencias consideradas como de manejo interno o de planificación el inventario de seguridad representa el 24.4% del inventario de seguridad total, y el 75.6% restante del valor del inventario se distribuye entre las referencias de tipo consignación y consenso. Es decir, que para el nivel de servicio propuesto por la organización, esta asume un costo de \$1.196.560.721,07 en inventario de seguridad de las referencias de manejo interno durante el mes de Agosto, debido a que el valor del inventario de las referencias en consignación son asumidas en su totalidad por el proveedor, y que para las de consenso no necesariamente se debe pedir la cantidad arrojada por el pronóstico sino la que por análisis decida el equipo interesado.

Luego de obtener el valor de los inventarios de seguridad teóricos para los niveles de servicio de interés para la organización, se procede a hallar el valor del inventario de seguridad con el nivel de servicio manejado actualmente y se realiza la respectiva comparación a continuación, teniendo en cuenta el nivel de servicio actual correspondiente a A=B=C=95%.

Tabla 13. Diferencia valor inventario de seguridad de medicamentos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización

<b>Tipo de Administración</b>	<b>Nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%</b>	<b>Nivel de servicio A=B=C=95%</b>	<b>Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual</b>
<b>Planificar</b>	\$1.196.560.721,07	\$1.039.697.669,02	\$156.863.052,05
<b>Consignación</b>	\$871.133.390,11	\$919.319.009,12	-\$48.185.619,01
<b>Consenso</b>	\$2.839.421.077,26	\$2.388.525.884,73	\$450.895.192,53
<b>TOTAL</b>	<b>\$4.907.115.188,43</b>	<b>\$4.347.542.562,87</b>	<b>\$559.572.625,56</b>

Se puede observar que aumentar un 3% el nivel de servicio de los productos tipo A, mantener el nivel de los productos tipo B y disminuir en 5% el de las referencias tipo C genera un incremento de \$559.572.625,56 en el valor total del inventario de

seguridad como causa del aumento en el valor del inventario de las referencias de manejo interno y en consenso.

Considerando que aumentar el nivel de servicio en las referencias tipo A genera un costo bastante alto y una probabilidad casi nula de que se generen pedidos faltantes en un año, las practicantes sugieren realizar el análisis para un nivel de servicio más bajo que cumpla con las necesidades de los pacientes. El nivel de servicio sugerido es el mismo que el propuesto para los dispositivos médicos A:95%; B:90%; C:85%. A continuación se muestran los resultados:

Tabla 14. Valor del inventario de seguridad de medicamentos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%

<b>INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA UN NIVEL DE SERVICIO A:95%; B:90%; C:85%</b>			
<b>A</b>	\$3.254.828.077,53	<b>PLANIFICAR</b>	\$ 866.302.192,79
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$ -
		<b>CONSENSO</b>	\$2.388.525.884,73
<b>B</b>	\$627.894.649,43	<b>PLANIFICAR</b>	\$110.449.979,76
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$517.444.669,67
		<b>CONSENSO</b>	\$ -
<b>C</b>	\$254.829.857,33	<b>PLANIFICAR</b>	\$30.999.885,17
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$223.829.972,17
		<b>CONSENSO</b>	\$-

Posteriormente se presenta el resumen de la diferencia observada en el valor del inventario entre el nivel de servicio actual y el propuesto por las autoras:

Tabla 15. Diferencia valor inventario de seguridad de medicamentos nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes

<b>Tipo de Administración</b>	<b>Nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%</b>	<b>Nivel de servicio A=B=C=95%</b>	<b>Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual</b>
<b>Planificar</b>	\$1.007.752.057,72	\$1.039.697.669,02	-\$31.945.611,30
<b>Consignación</b>	\$741.274.641,84	\$919.319.009,12	-\$178.044.367,28
<b>Consenso</b>	\$2.388.525.884,73	\$2.388.525.884,73	\$0
<b>TOTAL</b>	<b>\$4.137.552.584,29</b>	<b>\$4.347.542.562,87</b>	<b>-\$209.989.978,58</b>

Se observa que el valor total del inventario de seguridad con el nivel de servicio propuesto es inferior que el del nivel de servicio actual en \$209.989.978,58. Y también menor \$769.562.604,14 respecto al valor arrojado por el nivel de servicio propuesto por la organización, esto debido a que el valor del inventario de las referencias en consenso, planificación y consignación disminuye notablemente.

Es importante resaltar que la organización en el momento de hallar el inventario de seguridad con la herramienta utilizada hasta el momento, solo tiene en cuenta el lead time  $L=8$  días, despreciando los 30 días del tiempo de reaprovisionamiento, es decir no está guardando un stock de seguridad para los 30 días del ciclo y debido a esto se generan faltantes a mitad de mes lo que hace que se necesite realizar un pedido de refuerzo en ciertos periodos. Debido a esta situación, para el mes de Agosto el valor del inventario de seguridad para los medicamentos de manejo interno fue de \$318.054.319. En el Anexo 19. se puede observar la comparación entre el inventario real y el inventario teórico, es decir, el hallado por las practicantes para las referencias solicitadas por la clínica en el mes de Agosto.

#### **9.4. SOLICITUD DE LA DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA DIVISIÓN DE SUMINISTROS**

Teniendo en cuenta los intereses y necesidades de la organización, la dirección administrativa de la división de suministros solicitó a las practicantes realizar el análisis para los grupos catalogados como “insumos” y “otros”; por esto a continuación se describe la propuesta de mejora para insumos y en el Anexo 20 se describe la propuesta de mejora de los artículos clasificados como “Otros”.

Se debe tener en cuenta que los productos clasificados como “otros” hacen referencia a artículos que no pertenecen a ningún grupo de clasificación. En este grupo se encuentran los elementos de aseo personal y de superficies, cosméticos, huesos, membranas, suplementos dietarios, víveres, entre otros.

#### **9.5. PROPUESTA DE MEJORA PARA INSUMOS**

La propuesta de mejora para los Insumos consta de los mismos aspectos descritos en las propuestas de mejora de los Dispositivos Médicos y Medicamentos.

##### **9.5.1. Objetivos de la propuesta**

- Realizar la clasificación ABC de los insumos por código homólogo, con el fin de identificar los artículos que representan una parte importante del valor total del inventario.
- Clasificar los artículos según la metodología de Croxton, en artículos de consignación, artículos en consenso y artículos planificados, teniendo en cuenta el valor del consumo y el coeficiente de variación.

- Determinar y seleccionar el modelo de pronóstico que mejor se ajuste al comportamiento de la demanda de los insumos.
- Realizar el análisis de la normalidad según el comportamiento de la demanda por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnov.
- Determinar los niveles de inventarios de seguridad de los insumos según el nivel de servicio esperado dependiendo de su clasificación ABC.

**9.5.2. Descripción de la propuesta.** A continuación se mencionan las fases que se debe seguir para llevar a cabo el diseño de la propuesta:

**Fase 1: Clasificación ABC de los insumos.**

La clasificación ABC de los insumos de la clínica se realizó de la misma forma en que se clasificaron los dispositivos médicos y los medicamentos. Además, se tuvo en cuenta los mismos aspectos resaltados anteriormente. A continuación se resumen los resultados:

Tabla 16. Resumen de la clasificación ABC de insumos.

<b>INSUMOS FOSCAL</b>			
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>% NÚMERO DE REFERENCIAS</b>	<b>% VALOR CONSUMO TOTAL</b>
<b>A</b>	20	5,05%	79,06%
<b>B</b>	49	12,37%	15,93%
<b>C</b>	327	82,58%	5,01%
<b>TOTAL</b>	396	100,00%	100,00%

De la tabla es posible inferir que el 5,05% de las referencias de insumos se clasifican como tipo A y representan el 79,06% del valor del consumo total, en este grupo el artículo con el menor costo unitario tiene un costo de \$180 y su demanda promedio es de 17.100 unidades por mes, y la referencia con el mayor valor unitario es de \$747.537 con una demanda promedio mensual de 6 unidades. Las

referencias tipo B son el 12,37% del total de referencias y comprenden el 15,93% del valor total de consumo, en este grupo el menor valor unitario observado es de \$16 con una demanda promedio de 9916 unidades por mes, mientras que el mayor valor unitario es de \$5.797.186 con un consumo total de 2 unidades durante todo el periodo de estudio. Finalmente, las referencias tipo C representan el 82,58% del total de referencias y acumulan el 5,01% del consumo total, dentro de este grupo el valor mínimo unitario observado es de \$24 con un promedio mensual de 2223 unidades, y el valor unitario máximo es de \$639.219 con un único consumo durante el periodo de estudio.

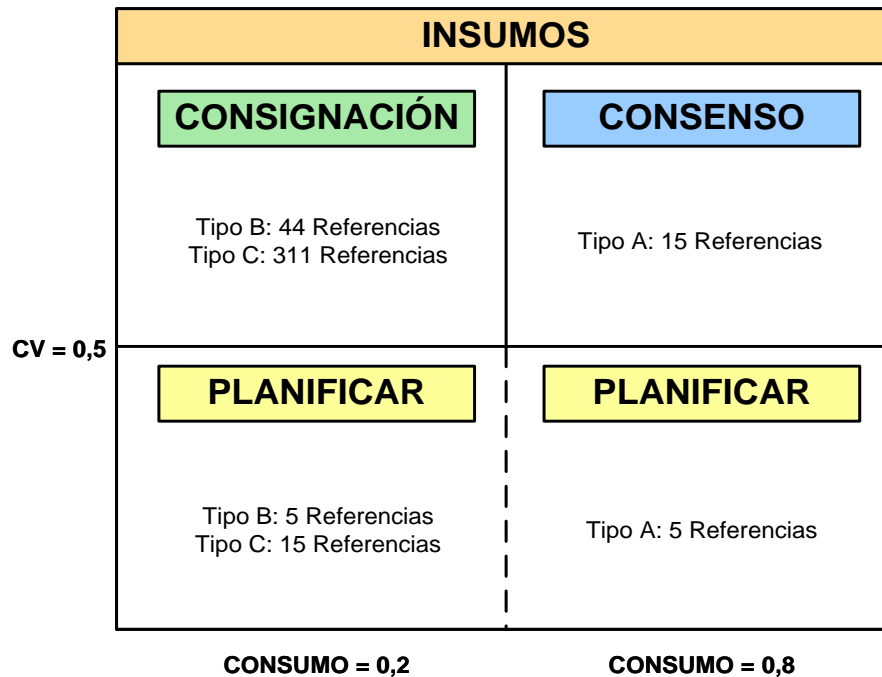
## **Fase 2. Clasificación según la manera de administración.**

Además de tener en cuenta los aspectos resaltados anteriormente en la clasificación de los dispositivos médicos y medicamentos, es conveniente tener en cuenta el siguiente aspecto para la clasificación de los insumos:

- ✓ Para la clasificación no se tuvo en cuenta 1 referencia debido a que su consumo era de un solo mes, por tanto evidencia desviación estándar ni coeficiente de variación.

La clasificación siguiendo esta metodología se realizó en la misma herramienta de Microsoft Excel en dónde se generó la clasificación ABC. Esta se encuentra en el Anexo 10 en la hoja Insumos. Además, las gráficas en dónde se muestran la totalidad de artículos clasificados se encuentra en el Anexo 21. A continuación, se resume el resultado:

Gráfica 25. Gráfica de resumen metodología Croxton Insumos.



En la tabla se evidencia que 355 referencias se clasifican como manejo en consignación, esta cifra representa aproximadamente el 90% del total de insumos analizados, dentro de estas 355 referencias el 88% se clasifican como tipo C y el 12% restante de las referencias son tipo B. También, se observa que en consenso se ubican 15 referencias, las cuales representan el 75% del total de productos tipo A, por lo tanto, son estas a las que se les debe prestar mayor atención en el momento de planificar su demanda. Por otro lado, la cantidad de insumos estables para la clínica, es decir, aquellos que se deben planificar es de 25 referencias que representan el 7% del total, de estas el 20% son de tipo A e igualmente el 20% son de tipo B.

### **Fase 3. Pronóstico de demanda**

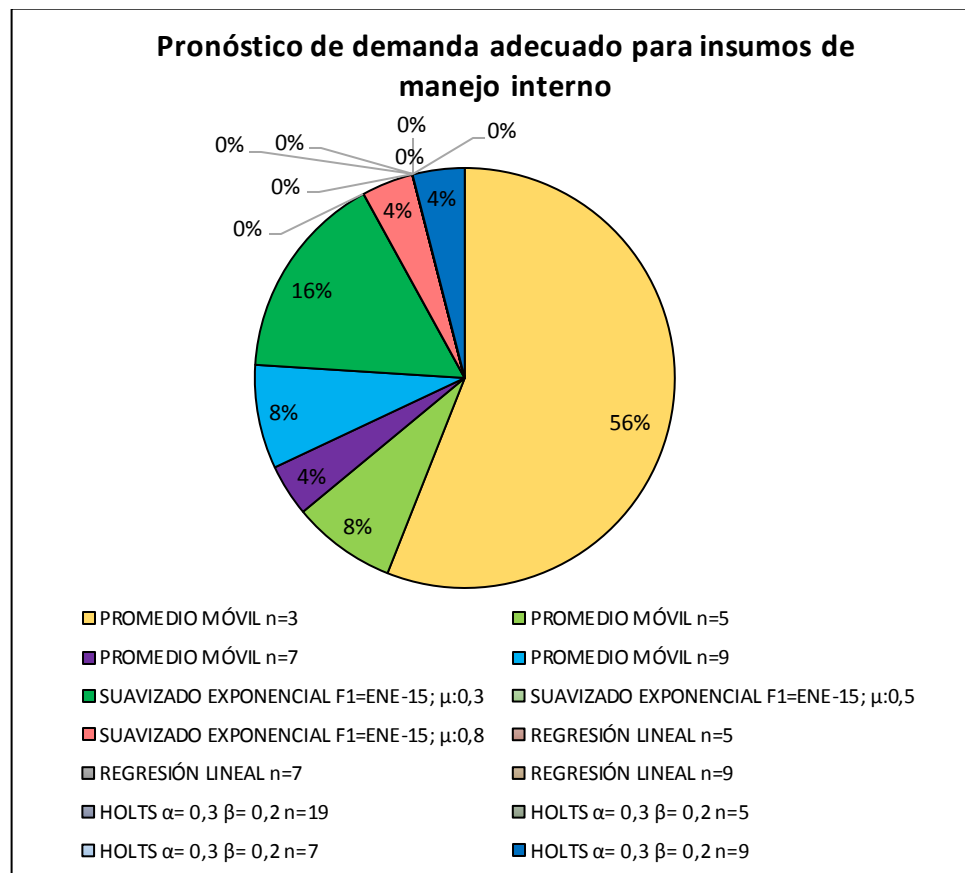
La evaluación y aplicación de los pronósticos de demanda se realiza de forma similar que los dispositivos médicos y medicamentos, es importante tener en cuenta que:

- ✓ El patrón de estacionalidad de la demanda no se evalúa, debido a que se considera en la institución que con 19 meses no es posible establecer un comportamiento acertado para los artículos estudiados.
- ✓ Los modelos evaluados son promedio móvil, suavizado exponencial, regresión lineal y suavizado exponencial con tendencia, con las mismas variaciones enunciadas anteriormente.
- ✓ Para la regresión lineal se calculó el coeficiente de determinación de cada recta el cual mide la fiabilidad del modelo debido a que es necesario saber si el ajuste lineal es suficientemente confiable, o de lo contrario si la técnica de regresión lineal debe descartarse a la hora de elegir el mejor pronóstico. Si el coeficiente de determinación es mayor a 0,7 significa que hay una relación alta entre las variables y aplicar este método es factible, de lo contrario, no se tendrá en cuenta para el cálculo.
- ✓ En la herramienta planteada por las practicantes se realiza el pronóstico para las 399 referencias de insumos. Sin embargo el análisis detallado de los modelos de demanda se realiza sólo para las referencias que según la metodología de Croxton se deben planificar, es decir deben tener manejo interno para este caso 25 referencias.

#### Fase 4. Selección del mejor modelo de pronóstico para cada artículo.

Para determinar el mejor modelo de pronóstico aplicado, se calculó el MSE (Mean Squared Error) o Error Cuadrático Medio. Se eligió el modelo que presentó el mínimo error comparado con los demás. El modelo de pronóstico apropiado para cada homólogo se presenta en una tabla en el Anexo 22. Los resultados resumidos se presentan a continuación:

Gráfica 26. Pronóstico adecuado demanda insumos manejo interno



Teniendo en cuenta que los artículos de manejo interno son los de mayor interés para la institución en lo que a su planificación se refiere, se determinó que de 25 insumos de manejo interno: el 56% es decir 14 referencias evidenciaron el menor

error usando el modelo promedio móvil  $n=3$ , por lo que se determina que su planificación se debe realizar con este método; 4 referencias que representan el 16% se ajustaron al modelo de pronóstico suavizado exponencial  $f1=ene-15$ ;  $\mu:0,3$ . A los modelos promedio móvil con  $n=3$  y promedio móvil con  $n=7$  se ajustan 4 referencias, dos a cada uno, acumulándose entre los 4 modelos anteriormente nombrados el 88% de los 25 insumos analizados.

Luego de tener el pronóstico que mejor se ajusta a cada artículo, se procede a calcular el error con respecto a la demanda real del mes de Agosto, se encuentra que del total de 24 referencias a las que se les pudo calcular el error 17 presentan error entre 0 y 20%, 2 referencias tienen error entre 20% y 40% y para las 5 restantes el error se encuentra por encima del 40%.

Es importante tener en cuenta que al igual que sucede con los medicamentos y dispositivos médicos existen situaciones que pueden generar diferencias entre el pronóstico y la demanda real, algunos de estos como ya se mencionó son la alta variabilidad reflejada en el coeficiente de variación y la falta de exactitud en la demanda reflejada por la información descargada del sistema.

Por otro lado como petición de la clínica y teniendo en cuenta que la organización a pesar de no administrar internamente los artículos en consignación y consenso realiza a estos seguimiento de la demanda con el objetivo de conocer las necesidades reales y así fijar políticas para establecer contratos con los proveedores, se realiza el análisis de los pronósticos tanto para los insumos de manejo en consignación como para los insumos en consenso, para que de esta manera la organización pueda hacer revisión de la información y tomar las decisiones pertinentes. Los resultados se encuentran en el Anexo 23.

### **Fase 5. Análisis del comportamiento de la demanda a través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS)**

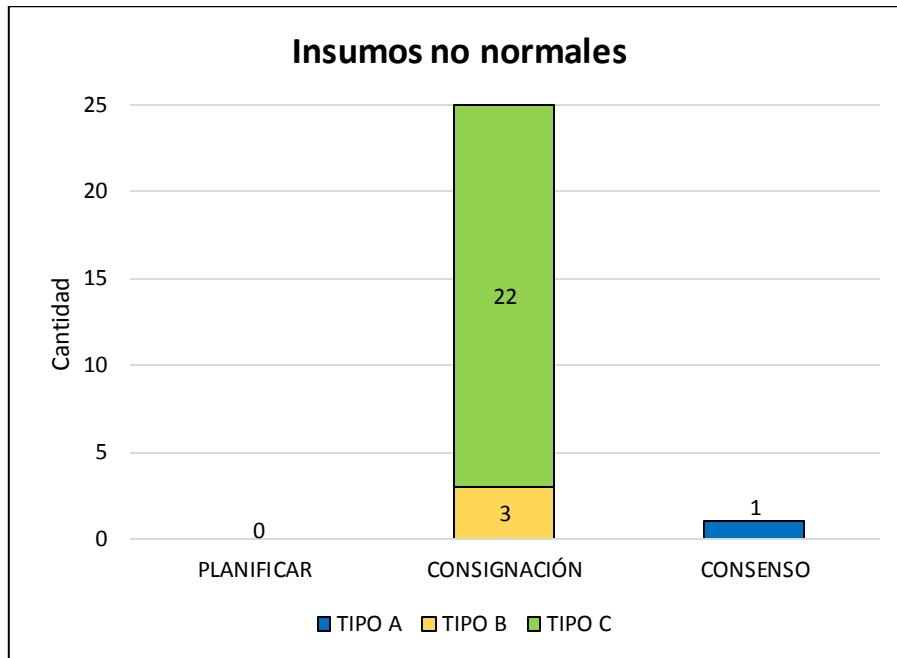
El objetivo de esta prueba es determinar si la distribución de los datos de demanda analizados describe una curva normal, pues para hallar el inventario de seguridad es necesario utilizar una constante que se define en las tablas estadísticas según el tipo de comportamiento y el nivel de servicio deseado. Los pasos que se siguieron para realizar la prueba se describen en la fase 5 de la propuesta de mejora de los dispositivos médicos. Cabe aclarar que para los insumos se realizó la prueba a la totalidad de las referencias, es decir 396. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 17. Resultados prueba de normalidad KS Insumos.

<b>PRUEBA DE NORMALIDAD INSUMOS</b>		
NORMAL	355	89,65%
NO NORMAL	26	6,57%
NO SE REALIZÓ	15	3,79%
<b>TOTAL</b>	<b>396</b>	<b>100,00%</b>

Para la prueba de normalidad realizada a los insumos se llega a la conclusión de que de 396 artículos aproximadamente el 90% es decir 355 insumos pueden aceptarse como productos que se comportan de manera normal, por tanto es posible hallar el inventario de seguridad sin ningún problema; a 15 productos no fue posible realizarles la prueba debido a que tienen datos de menos de tres periodos, es decir son productos recientes en la clínica y por ello no reflejan aún ningún comportamiento; y alrededor del 6.5% de los artículos no se comportan de manera normal, por tanto se procede a analizarlos más detalladamente a continuación.

Gráfica 27. Insumos no normales



De los 26 insumos que no tienen un comportamiento normal se puede observar en la gráfica anterior que 25 están en el grupo de consignación, de estos el 88% pertenecen al grupo C y el 12% restante pertenecen al grupo B. Al analizarlos detalladamente se concluye que son insumos que no se utilizan periódicamente o que su consumo se disparó en cierto periodo por alguna causa. Además, 1 referencia no normal es de tipo A, pero esta debería pedirse por consenso, por lo que el inventario de seguridad de este producto sería determinado por las personas encargadas. Se observa que todas las referencias que se planifican se consideran normales, por lo tanto es posible hallar su inventario de seguridad sin ningún inconveniente.

#### **Fase 6. Cálculo de los inventarios de seguridad.**

El cálculo de los inventarios de seguridad presenta las mismas características que el cálculo de los inventarios de seguridad de los dispositivos médicos. A

continuación se muestra el resumen del valor en pesos del inventario de seguridad teórico para los niveles de servicio deseados por la organización:

Tabla 18. Valor del inventario de seguridad de insumos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%

<b>INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA UN NIVEL DE SERVICIO A:98%; B:95%; C:90%</b>			
<b>A</b>	\$239.161.450,18	<b>PLANIFICAR</b>	\$45.723.659,48
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$-
		<b>CONSENSO</b>	\$193.437.790,69
<b>B</b>	\$60.296.153,78	<b>PLANIFICAR</b>	\$3.650.933,57
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$56.645.220,21
		<b>CONSENSO</b>	\$-
<b>C</b>	\$23.470.170,15	<b>PLANIFICAR</b>	\$182.213,29
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$23.287.956,86
		<b>CONSENSO</b>	\$-

De la tabla es posible deducir que para las referencias consideradas como de manejo interno o de planificación el inventario de seguridad representa aproximadamente el 15% del inventario de seguridad total, y el 85% restante del valor del inventario se distribuye entre las referencias de tipo consignación y consenso. Es decir, que para el nivel de servicio propuesto por la organización, esta asume un costo de \$49.556.806,34 en inventario de seguridad de las referencias de manejo interno durante el mes de Agosto de 2016, debido a que el valor del inventario de las referencias en consignación son asumidas en su totalidad por el proveedor, y que para las de consenso no necesariamente se debe pedir la cantidad arrojada por el pronóstico sino la que por análisis decida el equipo interesado.

Luego de obtener el valor de los inventarios de seguridad teóricos para los niveles de servicio de interés para la organización, se procede a hallar el valor del inventario de seguridad con el nivel de servicio manejado actualmente y se realiza

la respectiva comparación a continuación, teniendo en cuenta el nivel de servicio actual correspondiente a A=B=C=95%.

Tabla 19. Diferencia valor inventario de seguridad de insumos: nivel de servicio actual vs nivel de servicio propuesto por la organización

<b>Tipo de Administración</b>	<b>Nivel de servicio A:98%; B:95%; C:90%</b>	<b>Nivel de servicio A=B=C=95%</b>	<b>Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual</b>
<b>Planificar</b>	\$49.556.806,34	\$42.330.201,73	\$7.226.604,62
<b>Consignación</b>	\$79.933.177,07	\$84.308.490,17	-\$4.375.313,11
<b>Consenso</b>	\$193.437.790,69	\$162.720.201,61	\$30.717.589,08
<b>TOTAL</b>	<b>\$322.927.774,10</b>	<b>\$289.358.893,51</b>	<b>\$33.568.880,59</b>

En la tabla se observa que aumentar un 3% el nivel de servicio de los productos tipo A, mantener el nivel de los productos tipo B y disminuir en 5% el de las referencias tipo C genera un incremento de \$33.568.880,59 en el valor total del inventario de seguridad como causa del aumento en el valor del inventario de las referencias de manejo interno y en consenso.

Considerando que aumentar el nivel de servicio en las referencias tipo A genera un costo bastante alto y una probabilidad casi nula de que se generen pedidos faltantes en un año, las practicantes sugieren realizar el análisis para un nivel de servicio más bajo que cumpla con las necesidades de los pacientes. El nivel de servicio sugerido es A:95%; B:90%; C:85%, es decir mantener el nivel de servicio de los insumos tipo A, disminuir 5% el de las referencias tipo B y 10% el de las referencias tipo C. A continuación se muestran los resultados:

Tabla 20. Valor del inventario de seguridad de insumos para el mes de Agosto de 2016 con el nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%

<b>INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA UN NIVEL DE SERVICIO A:95%; B:90%; C:85%</b>			
<b>A</b>	\$201.183.022,47	<b>PLANIFICAR</b>	\$38.462.820,85
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$-
		<b>CONSENSO</b>	\$162.720.201,61
<b>B</b>	\$50.759.517,21	<b>PLANIFICAR</b>	\$3.073.489,99
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$47.686.027,22
		<b>CONSENSO</b>	\$ -
<b>C</b>	\$20.483.057,58	<b>PLANIFICAR</b>	\$159.022,51
		<b>CONSIGNACIÓN</b>	\$20.324.035,07
		<b>CONSENSO</b>	\$ -

Posteriormente se presenta el resumen de la diferencia observada en el valor del inventario entre el nivel de servicio actual y el propuesto por las autoras:

Tabla 21. Diferencia valor inventario de seguridad de insumos: nivel de servicio actual y nivel de servicio propuesto por las practicantes

<b>Tipo de Administración</b>	<b>Nivel de servicio A:95%; B:90%; C:85%</b>	<b>Nivel de servicio A=B=C=95%</b>	<b>Diferencia nivel de servicio propuesto y nivel actual</b>
<b>Planificar</b>	\$41.695.333,36	\$42.330.201,73	-\$634.868,37
<b>Consignación</b>	\$68.010.062,29	\$84.308.490,17	-\$16.298.427,88
<b>Consenso</b>	\$162.720.201,61	\$162.720.201,61	\$-
<b>TOTAL</b>	<b>\$272.425.597,26</b>	<b>\$289.358.893,51</b>	<b>-\$16.933.296,25</b>

Se observa que el valor total del inventario de seguridad con el nivel de servicio propuesto es inferior que el del nivel de servicio actual en \$16.933.296,25. Y también menor \$50.502.176,84 respecto al valor arrojado por el nivel de servicio propuesto por la organización, esto debido a que el valor del inventario de las referencias en consenso, planificación y consignación disminuye notablemente.

## 9.6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA DE: DISPOSITIVOS MÉDICOS, MEDICAMENTOS, INSUMOS Y “OTROS”.

A continuación se presenta el plan de implementación de las propuestas mencionadas anteriormente para los dispositivos médicos, medicamentos, insumos y los artículos clasificados como “otros”.

Cabe resaltar que debido a que las propuestas de mejora fueron las mismas para cada grupo, se propone un plan de implementación general que abarque todo lo especificado en el capítulo anterior con sus respectivas actividades, responsables, costo y tiempo estimado.

Tabla 22. Plan de implementación de las propuestas de mejora de: dispositivos médicos, medicamentos, insumos y otros.

1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN				
Actividades	Responsables	Tiempo estimado	Costo	Estado de Cumplimiento
Identificar la información requerida para llevar a cabo el análisis ABC, la clasificación según la manera de administración, el pronóstico y los cálculos del inventario de seguridad y posteriormente recolectarla en la institución.	Practicantes	1 semana	\$0	<b>Finalizado</b> 7. Diagnóstico.
2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y CLASIFICACIÓN				
Actividades	Responsables	Tiempo estimado	Costo	Estado de Cumplimiento
Organizar la información recolectada e identificar y analizar las oportunidades de mejora del respectivo proceso.	Practicantes, Jefe división de suministros	1 semana	\$0	<b>Finalizado</b> 7.6. Árbol de problemas
Realizar la clasificación ABC de cada una de las referencias.	Practicantes	2 semanas	\$0	<b>Finalizado</b> 9.2. Propuesta de mejora para dispositivos médicos. Fases 1 y 2 9.3. Propuesta de mejora para medicamentos. Fases 1 y 2.

Revisión de los resultados parciales con la dirección de suministros y el analista de compras.	Practicantes, Jefe división de suministros y analista de compras	2 días	\$0	<b>Finalizado</b> Actividad realizada cada semana durante el desarrollo de la fase 1 de las propuestas de mejora.
Clasificar de acuerdo a la manera de administración según la metodología de Croxton detallada en el marco teórico las referencias de cada grupo.	Practicantes	1 semana	\$0	<b>En proceso</b> La institución está realizando la gestión para llegar a acuerdos con proveedores.
Revisión de los resultados parciales con la dirección de suministros y analista de compras.	Practicantes, Jefe división de suministros y analista de compras	2 días	\$0	<b>Finalizado</b> Actividad realizada cada semana durante el desarrollo de la fase 2 de las propuestas de mejora.
<b>3. DETERMINACIÓN DEL PRONÓSTICO ADECUADO E INVENTARIO DE SEGURIDAD</b>				
Actividades	Responsable	Tiempo estimado	Costo	Estado de Cumplimiento
Aplicación de diferentes pronósticos para cada referencia de dispositivos médicos, medicamentos, insumos y otros.	Practicantes	4 semanas	\$0	<b>Finalizado</b> 9.2. Propuesta de mejora para dispositivos médicos. Fases 3 y 4. 9.3. Propuesta de mejora para medicamentos. Fases 3 y 4.
Analizar la normalidad de los datos de la demanda a través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS).	Practicantes	2 semanas	\$0	<b>Finalizado</b> 9.2. Propuesta de mejora para dispositivos médicos. Fases 5 y 6 9.3. Propuesta de mejora para medicamentos. Fases 5 y 6
Cálculo del error e identificación del mejor pronóstico para cada referencia en cada grupo.	Practicantes	1 día	\$0	<b>Finalizado</b> 9.2. Propuesta de mejora para dispositivos médicos. Fases 3 y 4 9.3. Propuesta de mejora para medicamentos. Fases 3 y 4
Cálculo de los inventarios de seguridad de acuerdo a los niveles de servicio deseados por la organización, manejados actualmente y los propuestos por las practicantes.	Practicantes	1 semana	\$0	<b>En proceso</b> La institución está estudiando las opciones para elegir el nivel de servicio que mejor se adecue a sus políticas.

Revisión de los resultados parciales con la dirección de suministros, analista de compras y coordinación de almacenes.	Practicantes, Jefe división de suministros, analista de compras y coordinador de almacén general	4 días	\$0	<b>Finalizado</b> Actividad realizada cada semana durante el desarrollo de las fases 3, 4, 5 y 6 de la propuesta de mejora
Realizar cambios pertinentes de acuerdo a los comentarios obtenidos durante las revisiones.	Practicantes	1 semana	\$0	<b>Finalizado</b> Actividad realizada al final del desarrollo de todas las fases del proyecto
<b>4. CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Costo</b>	<b>Estado de Cumplimiento</b>
Construcción de la herramienta ofimática de acuerdo a las necesidades y peticiones de la institución.	Practicantes	3 meses	\$0	<b>Finalizado</b> 9.2. Propuesta de mejora para dispositivos médicos. Fases 1, 2, 3, 4, 5 y 6 9.3. Propuesta de mejora para medicamentos. Fases 1, 2, 3, 4, 5 y 6
<b>5. SOCIALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Costo</b>	<b>Estado de Cumplimiento</b>
Socializar el contenido con el personal involucrado en las actividades que conforman los procesos intervenidos, capacitándolos en la manera cómo se debe manejar la herramienta y cómo se deben interpretar sus resultados	Practicantes	3 días	\$0	<b>Finalizado</b> Actividad realizada al final del desarrollo del proyecto.

## 9.7. SISTEMA DE INDICADORES PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

Para realizar un correcto seguimiento y medir objetivamente el proceso de gestión de inventarios de la institución es necesario establecer un sistema de indicadores que permitan garantizar la toma de decisiones acertada. Los indicadores ayudan a identificar los puntos problemáticos del proceso y al analizar los mencionados en el diagnóstico del proyecto se evidencia que actualmente la clínica no cuenta con

herramientas cuantitativas que le permitan evaluar, controlar y mejorar el proceso en mención.

**9.7.1. Objetivo de la propuesta.** Proponer un sistema de indicadores que permitan evaluar, controlar y mejorar el proceso de gestión de inventarios de la institución.

**9.7.2. Descripción de la propuesta.** Para evaluar, controlar y mejorar el proceso en mención se propone un sistema de indicadores con sus respectivas fichas técnicas, estas se encuentran en el Anexo 24.

**9.7.3. Plan de implementación.** En la siguiente tabla se describe el plan de implementación de los indicadores con sus respectivas actividades, responsables, tiempo y costo estimado.

Tabla 23. Plan de implementación de indicadores

<b>1. SELECCIÓN DE INDICADORES</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Costo</b>
Proponer y analizar posibles indicadores que sean aplicables a los procesos intervenidos.	Practicantes	1 semana	\$0
Presentar las propuestas de los indicadores al Coordinador de almacenes y al Analista de compras.	Practicantes	3 horas	\$0
Seleccionar los indicadores más apropiados de acuerdo al uso, la información requerida y las observaciones dadas por el Coordinador de almacenes y el Analista de compras.	Practicantes	5 días	\$0
<b>2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Costo</b>
Recopilar la información requerida para	Practicantes	1 semana	\$0

Llevar a cabo la medición de cada uno de los indicadores			
Calcular el resultado de cada indicador	Practicantes	3 días	\$0
Analizar los resultados obtenidos de cada uno de los indicadores	Practicantes	3 días	\$0
<b>3. SOCIALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Costo</b>
Socializar a los responsables de la generación de los indicadores la importancia de los mismos, la metodología a seguir para su cálculo y la forma de analizarlos.	Practicantes	1 semana	\$0

## **10. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA**

A continuación se explican detalladamente cada una de las actividades que se desarrollaron para realizar las propuestas de mejora presentadas, de acuerdo a los planes de implementación mencionados en el capítulo anterior.

### **10.1 IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS, MEDICAMENTOS, INSUMOS Y “OTROS”.**

- **Etapa 1. Recolección de la información.**

En el desarrollo del diagnóstico se recolectó información útil para los análisis a realizar durante el avance del proyecto. La información restante se obtuvo en las reuniones realizadas semanalmente con el analista de compras y el jefe de la división de suministros.

- **Etapa 2. Análisis de la información y clasificación.**

Posterior a la etapa de recolección de la información se llevó a cabo su procesamiento, para esto se realizó la clasificación ABC de las referencias en cada uno de los 4 grupos analizados; además se clasificaron de acuerdo a la forma como deben administrarse, es decir, si deben estar en consignación, se deben pedir por consenso o se deben planificar. También en esta etapa se aplicó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS) en Microsoft Excel con la cual se determinó si el comportamiento de la demanda de cada referencia era de tipo normal para poder hallar los inventarios de seguridad de cada una de ellas.

- **Etapa 3. Determinación del pronóstico de demanda adecuado y el inventario de seguridad**

Después de tener clasificados los productos de acuerdo a la metodología ABC y a la metodología de Croxton, se procedió a aplicar diferentes modelos de pronóstico

con el objetivo de determinar cuál de estos se ajustaba mejor al comportamiento de la demanda de los productos que se planifican asegurando el menor error entre el consumo real y la demanda proyectada. Habiendo encontrado el dato del pronóstico que mejor se ajusta dependiendo de la referencia, se calculó el inventario de seguridad a cada homólogo para 3 niveles de servicios: el nivel de servicio actual, el nivel de servicio propuesto por la jefatura de suministros y el nivel de servicio propuesto por las practicantes. También en esta etapa se calculó la diferencia (error) del pronóstico respecto de la demanda real y la diferencia en el valor de los inventarios de seguridad hallados teóricamente y el suministrado por la organización.

- **Etapa 4. Construcción de la herramienta**

Para implementar las propuestas se construyó una herramienta en Microsoft Excel por petición de la clínica debido a que actualmente el analista de compra realiza los pedidos por medio de esta y es más práctico para él manejar este tipo de programas. A continuación se describe con más detalle las características relevantes de la misma:

- ✓ La herramienta consta de seis hojas, la primera hoja contiene la totalidad de datos sin clasificar, cuatro hojas representan un grupo de artículos, en este caso dispositivos médicos, medicamentos, insumos y “otros” y la última contiene la tabla de la prueba de normalidad y los valores de z dependiendo de los niveles de servicio.
- ✓ La herramienta es formulada, por tanto al introducir los datos esta arroja los resultados automáticamente.
- ✓ Los cálculos de los pronósticos, el inventario de seguridad, la clasificación según la manera de administración y la clasificación ABC se realizan en la

misma hoja para cada grupo por cada homólogo, por lo cual cada columna representa un cálculo diferente.

- ✓ La prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov se realizó también en el programa de Microsoft Excel ejecutando los cálculos correspondientes. Cabe resaltar que se propuso utilizar el software SPSS, pero debido a que la clínica actualmente no cuenta con licencia para usarlo no fue posible la aplicación del mismo.

La descripción detallada de la herramienta se encuentra en el Anexo 25.

- **Etapas 5. Socialización e implementación**

En esta etapa se llevó a cabo la socialización final de la herramienta ofimática junto con los resultados obtenidos. Es importante tener en cuenta que a medida que se iba avanzando en el desarrollo del proyecto se socializaban los resultados parciales con el objetivo de verificar la veracidad de la información. La herramienta ofimática se socializó de manera detallada con la persona encargada del análisis de las compras teniendo en cuenta que será esta quien haga uso constante de la misma y también quien pueda realizar los ajustes de acuerdo a las nuevas necesidades.

## **10.2 IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES**

- **Etapas 1. Selección de indicadores**

Además de la elaboración e implementación de las propuestas de mejora para dispositivos médicos, medicamentos, insumos y “otros”, se evidenció la necesidad de formular indicadores que permitan controlar la efectividad de las medidas correctivas adoptadas. Estos indicadores se socializaron con el coordinador de

almacenes y el analista de compras haciendo énfasis en la importancia de hacer seguimiento a dichos procesos.

De esta manera los indicadores seleccionados fueron:

- ✓ Diferencia porcentual entre el pronóstico de consumo y el consumo real de un artículo.
- ✓ Tasa de rotación de inventarios.
- ✓ Cobertura de inventarios.
- ✓ Nivel de servicio.

Es importante mencionar que la meta establecida para cada indicador debe ser acorde a las políticas actuales que maneja la institución.

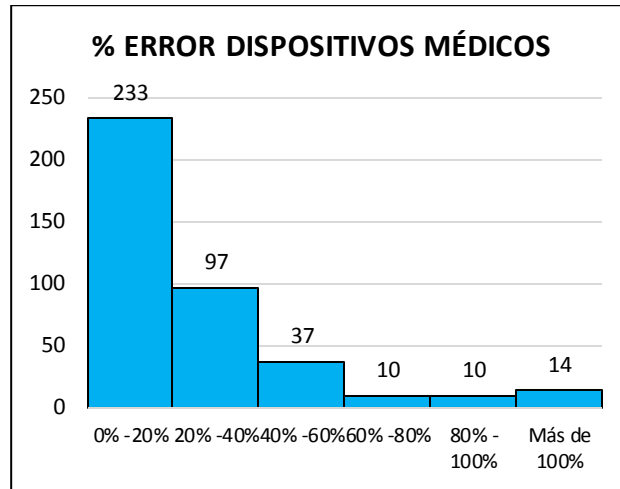
#### • **Etapa 2. Recolección y análisis de la información**

Luego de establecer los indicadores más relevantes para la organización se procede a analizar las ecuaciones y ficha técnica de cada uno para determinar la información necesaria y llevar a cabo su medición. Esta información es descargada del sistema SAP y entregada por el coordinador de almacenes y por el analista de compras a las practicantes. Los resultados obtenidos de la medición de presentan a continuación:

- ✓ **Diferencia porcentual entre el pronóstico del consumo y el consumo real de un artículo.**

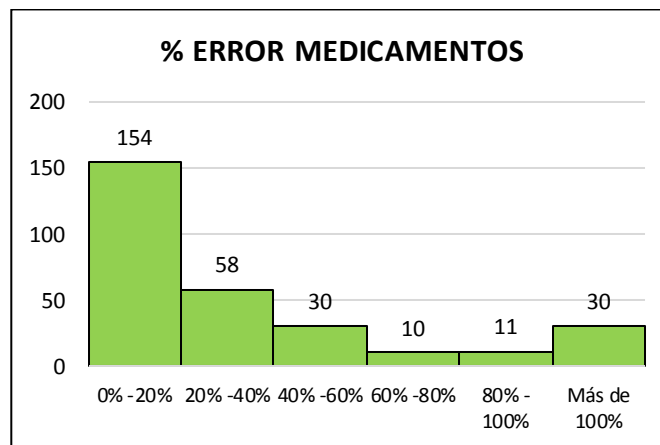
Este indicador se calculó para el mes de Agosto de 2016 para cada una de las referencias de manejo interno o que se deberían planificar. A continuación se resumen los resultados:

Gráfica 28. Porcentaje de error de Dispositivos Médicos.



De la gráfica se puede concluir que del total de 401 códigos el 58% de las referencias de manejo interno presentan un error en el pronóstico de entre el 0 y 20%. Adicionalmente, el 17% evidencia un error mayor al 20% y menor al 30%, es decir que para el mes de Agosto el 75% de los pronósticos realizados a los dispositivos médicos se ajustaron a la demanda real con un error por debajo del 30%.

Gráfica 29. Porcentaje de error de Medicamentos.



De la gráfica se puede concluir que del total de 293 códigos el 53% de las referencias de manejo interno presentan un error en el pronóstico de entre el 0 y 20%, de estas 154 referencias 96 tienen error inferior al 10%. Adicionalmente, el 14% evidencia un error mayor al 20% y menor al 30%, es decir que para el mes de Agosto el 67% de los pronósticos realizados a los dispositivos médicos se ajustaron a la demanda real con un error por debajo del 30%.

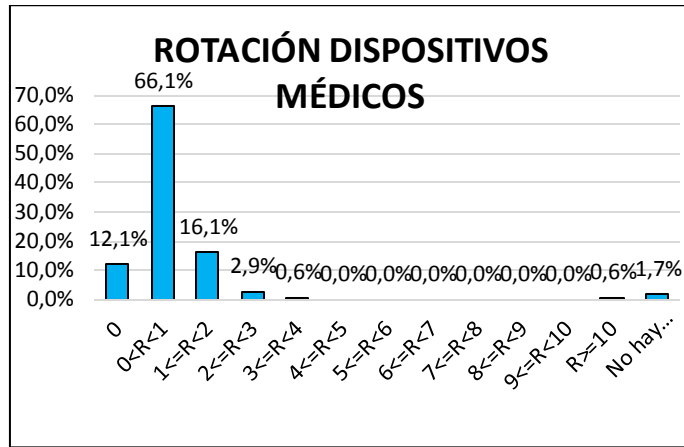
Es importante tener en cuenta que los errores pueden elevarse como consecuencia de que en la institución se utilizan códigos homólogos y por esto de un mes a otro algunos productos pueden ser reemplazados por otros con el mismo principio activo o que cumplan las mismas características pero que pertenezcan a diferente laboratorio, lo cual causa que las cantidades arrojadas por el pronóstico no siempre sean certeras y se pida más o menos cantidad de la necesaria. Debido a esto, al realizar el cálculo el analista de compras estudia si el artículo que solicita tiene código homólogo o es un producto único.

De igual forma se presenta la información acerca de la medición y resultados del indicador actual para insumos y los artículos clasificados como “otros” en el Anexo. 26. Además, en el Anexo 27 se presenta la herramienta en Excel que se utilizó para realizar el cálculo de los indicadores de cada grupo.

#### ✓ **Tasa de rotación de inventarios**

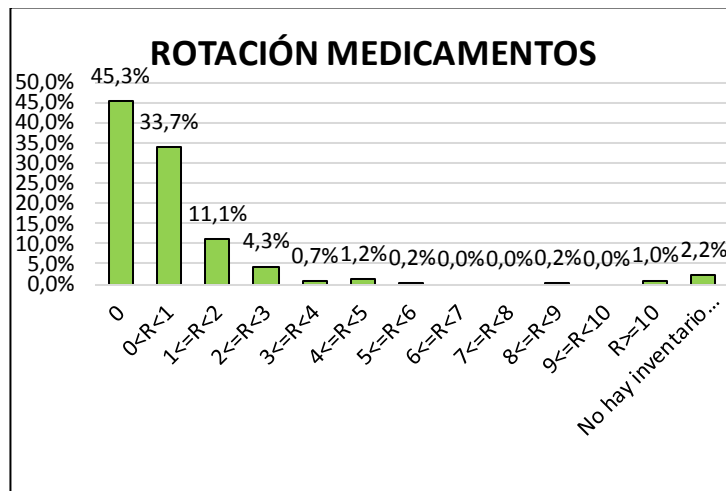
El cálculo de este indicador se realizó para el total de las referencias en el mes de Agosto de 2016. Cabe resaltar que los productos analizados son aquellos que actualmente se han venido manejando en la institución o tienen inventario en bodega. A continuación se presentan los resultados para los medicamentos y dispositivos médicos de la clínica:

Gráfica 30. Tasa de rotación Dispositivos médicos Agosto 2016



De acuerdo con la gráfica, se puede observar que durante el mes analizado alrededor de 12% de las referencias no rotan y 136 referencias que representan el 78,2% tienen rotación menor a 1, es decir, no se consume la totalidad del inventario disponible para el mes. Además, aproximadamente el 1,7% de las referencias no presentan inventario en bodega disponible para su consumo.

Gráfica 31. Tasa de rotación Medicamentos Agosto 2016



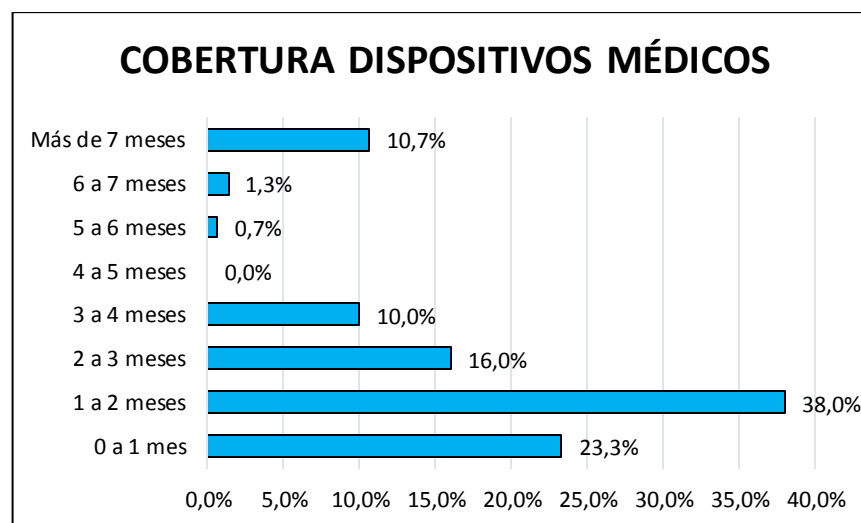
De acuerdo con la gráfica, se puede observar que durante el mes analizado alrededor de 45% de las referencias no rotan y 328 referencias que representan el 79% tienen rotación menor a 1, es decir, no se consume la totalidad del inventario disponible para el mes. Además, aproximadamente el 2,2% de las referencias no presenta inventario en bodega disponible para su consumo.

En el Anexo 27. Se presentan los resultados por cada artículo del actual indicador para medicamentos y dispositivos médicos, en las hojas Rotación DM y Rotación Med. Además, se presentan los resultados de la rotación para insumos y artículos clasificados como “otros” en las hojas Rotación Insumos y Rotación Otros.

#### ✓ Tasa de cobertura de inventarios

Además de la rotación se calcula la cobertura de los medicamentos y dispositivos médicos, es decir, el tiempo en el que está disponible un mismo producto en el inventario para el mes de Agosto de 2016:

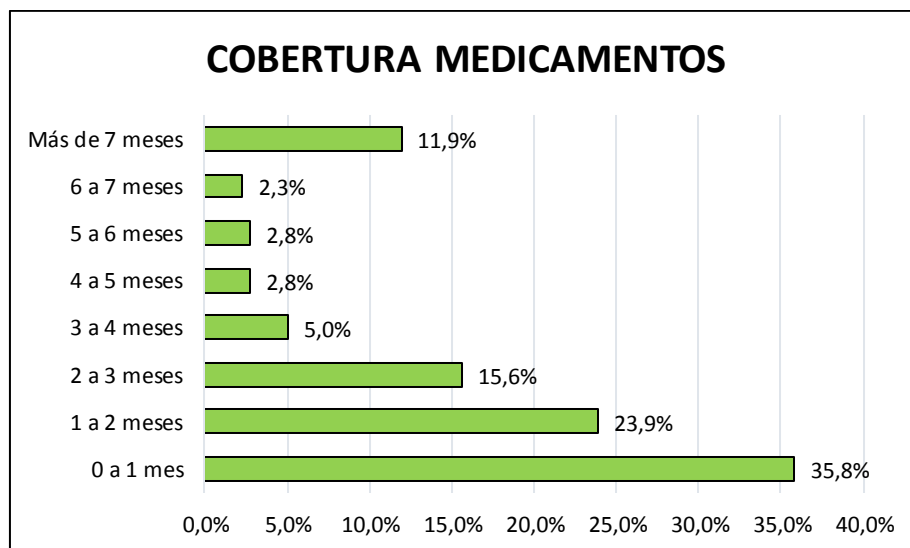
Gráfica 32. Cobertura dispositivos médicos Agosto 2016



En el gráfico anterior se evidencia que el 61% del inventario tiene disponibilidad hasta de 2 meses de cobertura y aproximadamente el 13% del total de referencias tienen inventario disponible para suplir la demanda de más de cinco meses. Además 16 del total de 150 referencias analizadas de dispositivos médicos tienen una cobertura promedio de más de 210 días, es decir tienen inventario disponible para 7 meses o más, estas referencias representan el 10.7% de los dispositivos médicos a los que se les calculó el presente indicador.

El resultado del cálculo del indicador para los medicamentos se presenta a continuación:

Gráfica 33. Cobertura Medicamentos Agosto 2016



En el gráfico se evidencia que el 60% del inventario tiene disponibilidad hasta de 2 meses de cobertura y aproximadamente el 17% total de referencias tienen inventario disponible para suplir la demanda de más de cinco meses. Además 26 del total de 218 referencias de dispositivos médicos tienen una cobertura promedio

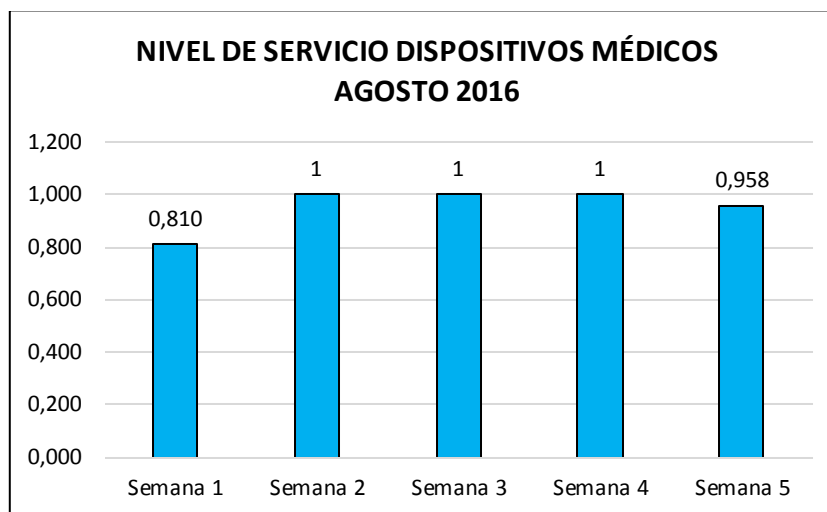
de más de 210 días, es decir tienen inventario disponible para 7 meses o más, estas referencias representan el 12% del total de medicamentos analizados.

En el Anexo 27. Se presentan los resultados por cada artículo del actual indicador para medicamentos, dispositivos médicos, insumos y artículos clasificados como “otros”.

#### ✓ Nivel de servicio.

Este indicador se calculó para el total de las reservas hechas por los sub-servicios al almacén general durante el mes de Agosto de 2016. A continuación se resumen los resultados:

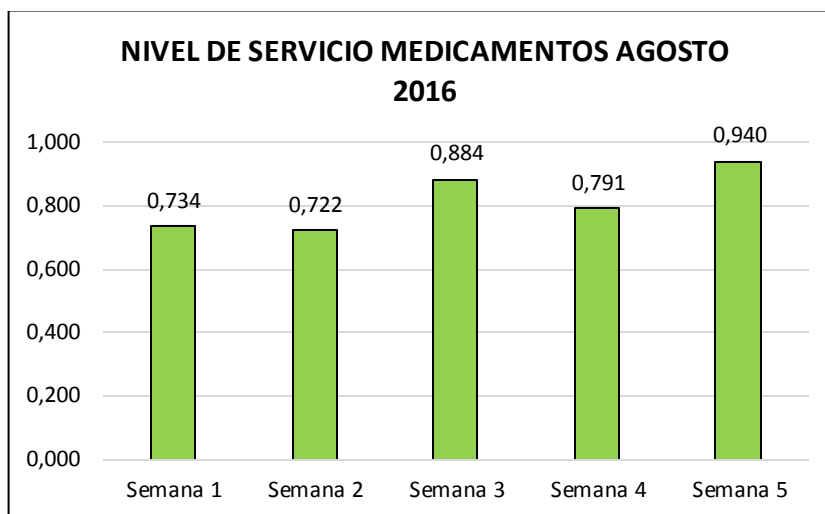
Gráfica 34. Nivel de servicio de dispositivos médicos Agosto de 2016



Durante las 5 semanas se registró un total de 57 reservas de dispositivos médicos en el almacén general, en éstas se solicitaron 4461 unidades y fueron despachadas 2738. Durante la primera semana se observa el pico más bajo en el nivel de servicio, las 33 reservas realizadas en este tiempo presentan un nivel promedio de servicio del 81%, el cual se encuentra por debajo del nivel esperado

igual al 95%, esta semana coincide con el tiempo en que están en camino los productos solicitados o están siendo recibidos en el almacén. Por otro lado, durante las semanas 2, 3 y 4 los pedidos en su totalidad fueron despachados de manera perfecta obteniendo un nivel de servicio igual al 100% por encima del nivel esperado.

Gráfica 35. Nivel de servicio Medicamentos Agosto 2016



Durante las 5 semanas se registró un total de 87 reservas de medicamentos en el almacén general, en éstas se solicitaron 11113 unidades y fueron despachadas 6380. Durante la primera semana y segunda semana se observan los picos más bajos en el nivel de servicio, las 39 reservas realizadas en este tiempo presentan un nivel promedio de servicio del 73%, el cual se encuentra muy por debajo del nivel esperado igual al 95%. La primera semana y algunos días de la segunda coinciden con el tiempo de reaprovisionamiento de los materiales y esto puede incidir en la disponibilidad que tenga el almacén general. Además se observa que el pico más alto del nivel de servicio se encuentra durante la última semana hecho que puede atribuirse a que se haya realizado un pedido de refuerzo con el objetivo de tener existencias suficientes para la segunda quincena del mes.

En el Anexo 27 se especifican los resultados individuales del actual indicador para medicamentos y dispositivos médicos, en las hojas NS DM y NS Med. Además se presentan los resultados para insumos y otros en las hojas NS Insumos y NS Otros. En el Anexo 28 se presenta en análisis de los resultados del indicador “Nivel de servicio” para insumos y otros.

- **Etapas 3. Socialización e implementación**

Las principales figuras de la socialización son el Coordinador de almacenes y el analista de compras, dado que serán ellos los encargados de la generación y el análisis de los resultados de acuerdo a la comparación con la meta establecida. Por este motivo se les capacita acerca de la información con que se debe calcular cada indicador y así mismo la forma cómo se debe interpretar el resultado del mismo.

## 11. CONCLUSIONES

- ✓ El diagnóstico realizado al proceso de gestión de inventarios de la clínica FOSCAL permitió conocer más a fondo las diferentes actividades que se realizan en éste e identificar oportunidades de mejora que sirvieron para diseñar e implementar propuestas que garantizan la satisfacción del cliente sin incurrir en costos innecesarios.
- ✓ Al realizar la clasificación ABC teniendo en cuenta los costos reales de cada una de las referencias y tratando cada grupo por separado (medicamentos, dispositivos médicos, insumos y “otros”) se obtienen 362 artículos tipo A los cuales representan el 80% del valor total de los productos en la institución. Son estos artículos a los que se les debe prestar mayor atención en el momento de realizar pedidos y de decidir el inventario de seguridad a mantener para lograr un óptimo tratamiento.
- ✓ Aplicar la metodología de Croxton permite realizar una buena gestión de la demanda en la institución y por tanto lograr ser más proactiva ante la demanda prevista o que se puede planificar y reactiva ante la demanda imprevista o de gran variabilidad. Así, al planificar los artículos estables se obtiene una predicción más acertada y por tanto se minimizan costos.
- ✓ Los modelos de pronóstico que mejor se ajustaron para los medicamentos, dispositivos médicos, insumos y los artículos clasificados como “otros” fueron el promedio móvil simple y el suavizado exponencial. Sin embargo, se llega a la conclusión de que no es posible generalizar un solo modelo de pronóstico para todas las referencias debido a que la demanda de cada artículo se comporta de manera distinta.
- ✓ Al comparar el pronóstico del mes de Agosto de 2016 con la demanda real del mismo se obtiene que alrededor del 70% de las referencias tienen un error menor al 30% y por tanto, manejan un modelo de pronóstico acertado para la organización.

- ✓ Después de realizar el análisis de la normalidad de los datos por medio de la prueba Kolmogorov –Smirnov se llegó a un acuerdo con la institución de tratar todos los productos como normales ya que según el teorema del límite central si se tiene una muestra aleatoria de una población con varianza finita, esta presenta una distribución aproximadamente normal independientemente de la distribución de la población.
- ✓ Determinar los inventarios de seguridad de la institución es algo complejo debido a que la variación en la demanda de los productos es significativamente alta y como consecuencia se genera gran cantidad de inventario en stock. Se propone a la institución establecer un nivel de servicio de 95% para los productos tipo A, 90% para los B y 85% para los C, de tal manera que se cumpla la satisfacción del paciente sin incurrir en costos innecesarios.
- ✓ Con el cálculo del punto máximo  $M^*$  se facilita la planificación del pedido para el Analista de Compras de la institución, debido a que el pedido no se realizará por experiencia sino por el resultado que indique la herramienta y si en algún caso es necesario modificarlo a su juicio, tendrá un valor guía.
- ✓ Con el cálculo de los indicadores propuestos es posible realizar un correcto seguimiento y medir objetivamente el proceso de gestión de inventarios de la clínica, para así tomar decisiones correctas, basados en datos estadísticos y no en la experiencia.

## 12.RECOMENDACIONES

- ✓ Teniendo en cuenta que no existe un control global de los inventarios en la institución, se recomienda generar una nueva alianza entre la institución y la universidad a través de un proyecto de grado en el cual se establezcan las políticas de inventario para cada uno de los servicios que son abastecidos por el almacén general.
- ✓ Se recomienda a la organización depurar la información utilizada para el análisis de la demanda y los inventarios de seguridad debido a que ésta información puede contener datos que no reflejan la situación real, por lo que se puede llegar a obtener resultados distorsionados y se corre el riesgo de tomar decisiones erradas.
- ✓ Hacer seguimiento constante de las necesidades y los cambios en el comportamiento de la demanda de los artículos con el objetivo de actualizar la clasificación tanto de la manera de administración como de la importancia en los inventarios.
- ✓ Se recomienda medir el patrón de estacionalidad de cada referencia con la cantidad suficiente de datos históricos para así mejorar el análisis del comportamiento de la demanda y poder dar un tratamiento más acertado a cada una de las referencias.
- ✓ Se recomienda realizar un análisis de criticidad a cada referencia con el objetivo de establecer un nivel de servicio que dependa de factores como: la facilidad de sustitución del producto por otro producto, la cantidad de proveedores que existen para el mismo, entre otros.
- ✓ Se sugiere garantizar que se informe a todo el personal administrativo y operativo interesado, acerca de los constantes cambios en la organización pues de ellos dependerá el éxito de la nueva tarea.

## BIBLIOGRAFÍA

AGGEOLOGIANNAKI, E; SARIMVEIS, H. "Design of a novel adaptative inventory control system based on the online identification of lead time". International Journal of Production Economics. Elsevier. ISSN: 0925-5273. Review 2 (114), 2008. pp. 781-792.

ANAYA, Julio J. y POLANCO, Sonia M. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: E SIC Editorial. 2005. p.98.

APONTE, Diana. Pruebas de Bondad de ajuste. Disponible en: <<http://simulacion2011.blogspot.com.co/2011/02/pruebas-de-bondad-de-ajuste.html>>. [Citado el 27 de Septiembre de 20116]

BALLOU, Ronald H., Logística, Administración de la cadena de suministros. México, Pearson Educación. 2004., p.287.

BAUTISTA ROJAS Juliana Vanessa, REY CABALLERO Richard Rolando. "Plan de mejoramiento de los procesos de planificación de compras, gestión de inventarios y gestión de almacenamiento en la clínica Foscal". Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Disponible en: Biblioteca UIS. Confidencial piso 3. # Inventario: 163212

BAYTER Bustamante Ana Karina, "Mejoramiento en la gestión de compras e inventarios de medicamentos y dispositivos médicos de la clínica prevención y salud IPS Ltda del Banco Magdalena" Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Disponible en: Biblioteca UIS. Base de datos piso 2. # Inventario: 128905.

BEER, Michael. "La renovación de las empresas. A través del camino crítico". Mc. Graw Hill. Harvard Business School Press. España, 1992.

CHASE, Richard B; JACOBS, Robert F. Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros. México, Ediciones Mc Graw-Hill Interamericana S.A. 13 Edición. 2014., p.497.

CLÍNICA EL ROSARIO. Proceso de atención al paciente. [en línea]. <<http://www.clinicaelrosario.com/la-clinica/proceso-de-atencion-al-paciente.html>> [Citado en 10 de Julio de 2016]

CROXTON, Keely; LAMBERT, Douglas; DASTUGUE, Sebastian; ROGERS, Dale. The Demand Management Process. The International Journal of logistics Management. Vol. 13, Number 2. 2002. Disponible en: <[https://www.researchgate.net/publication/235304082\\_The\\_Demand\\_Management\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/235304082_The_Demand_Management_Process)> [Citado el 28 de Septiembre de 2016]

ESPINOZA, Orlando. “La administración eficiente de los inventarios”. Editorial la Ensenada. 1 edición. Madrid, 2011

GRIJALVA, Ybnias. Modelos de inventarios. Métodos cuantitativos para los negocios. Disponible en: <<https://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-04.pdf>> [Citado el 25 de Septiembre de 2016]

HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Santa Fe de Bogotá: Ediciones Mc Graw-Hill. Interamericana S.A, 1993.

KARSZ, Ezequiel. Curso SAP Introductorio: Sección 1: Conceptualizaciones elementales. CVSOFT Colombia. Disponible en: <[http://www.cvsoft.com/sistemas\\_sap\\_abap/recursos\\_tecnicos\\_abap/que\\_es\\_sap\\_introduccion\\_sap.php](http://www.cvsoft.com/sistemas_sap_abap/recursos_tecnicos_abap/que_es_sap_introduccion_sap.php)> [Citado el 26 de Septiembre de 2016]

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven. Métodos de pronósticos. Editorial Limusa, S.A de c.v.; 2007 México. 41 p.

MONGE, Juan; PÉREZ, Ángel. Estadística no paramétrica: prueba chi cuadrado. UOC. Disponible en: <[http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi\\_cuadrado.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi_cuadrado.pdf)> [Citado el 27 de Septiembre de 2016]

PARRA, Diego; PEDRAZA, Laura; TORRES, Viviana. "Una clave para el éxito: la logística del almacenamiento" [en línea]. Universidad del Rosario. Facultad de administración. Disponible en: <<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2807/1032423274-2012.pdf;sequence=4>> [Citado en 27 de Septiembre de 2016]

PAU, J; DE Navascues, R. "Manual de Logística integral" Editorial Díaz de Santos, Madrid. 1998.

SAEZ, Antonio. Apuntes de estadística para ingenieros. Departamento de estadística e investigación Operativa. Universidad de Jaén. Pág. 82

SALES, Matías. Diagrama de Pareto. Disponible en: <<http://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>> [Citado el 27 de Septiembre de 2016].

URIBE CRUZ Ludwig Guillermo, ""Mejoramiento de los procesos de aprovisionamiento, gestión de inventarios y almacenamiento de la cooperativa multiactiva de servicios solidarios COOPSERVIR Ltda, sucursal Bucaramanga". Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Disponible en: Biblioteca UIS. Base de datos piso 2. # Inventario: 157438

VALENCIA, Fernando. Conozca el Ránking 2015 de los mejores hospitales y clínicas de América Latina. América Economía [en línea]. <<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/conozca-el-ranking-2015-de-los-mejores-hospitales-y-clinicas-de-america-latina>> [Citado en 9 de Julio de 2016]

VIDAL, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Santiago de Chile, 2005. 26 p.