

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA
CLÍNICA ODONTOLÓGICA DEL CENTRO DEL VALLE DEL CAUCA.

FERNANDO MARMOLEJO URRIAGO

JUAN CAMILO PLAZA REINA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL, VALLE
2016

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA
CLÍNICA ODONTOLÓGICA DEL CENTRO DEL VALLE DEL CAUCA.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

FERNANDO MARMOLEJO URRIAGO

JUAN CAMILO PLAZA REINA

DIRECTOR
CARLOS ALBERTO ROJAS TREJOS
INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL, VALLE
2016

Nota de aceptación:

Firma del evaluador

Zarzal, Valle del Cauca

Dedicatoria

A Dios por ser mi guía, estar siempre a mi lado y brindarme esta gran oportunidad.

A mis padres por brindarme el amor y estar presentes en el momento que más necesite.

A mi familia por el acompañamiento incondicional en el logro de mis metas.

A todas las personas que han aportado a mi formación profesional

A la Universidad del Valle por la formación académica e integral recibida durante mi tiempo como estudiante.

Fernando Marmolejo Urriago

En primer lugar, a Dios por enseñarme el camino a seguir y ofrecerme esta maravillosa oportunidad.

A mi madre por su gran esfuerzo, amor y la confianza brindada.

A mi Hermana, Familiares y amigos por el acompañamiento en el logro de mis metas y el aporte a mi formación como profesional.

Juan Camilo Plaza Reina

Agradecimientos

A Dios por ser nuestro Norte, brindarnos capacidades, permitirnos culminar exitosamente esta etapa, y fortalecernos para ser profesionales íntegros.

A nuestras familias por su apoyo incondicional durante esta etapa de nuestras vidas.

Al Profesor Carlos Alberto Rojas Trejos, quien dirigió este proyecto y aportó de sus conocimientos para su desarrollo.

A la Universidad del Valle y profesores por proporcionarnos la formación académica e integral que nos enriquecieron como seres humanos.

A la Clínica Odontológica donde fue realizado el Proyecto por permitirnos adentrarnos en sus procesos y cumplir satisfactoriamente con nuestra meta.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE GRAFICAS	9
LISTA DE ANEXOS	10
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. OBJETIVOS	18
2.1OBJETIVO GENERAL	18
2.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. MARCO DE REFERENCIA	21
4.1 MARCO TEÓRICO	21
4.1.2 Clasificación ABC	21
4.1.3 Clasificación ABC Multicriterio.	23
4.1.4. Análisis de los Datos Históricos y Patrón de Demanda.	25
4.1.7 Sistema de control del inventario.	34
4.2 ESTADO DEL ARTE	38
4.3 MARCO CONCEPTUAL	42
5 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION ACTUAL DE INVENTARIOS DE LA CLINICA ODONTOLÓGICA	46
5.1 PROCESO DE PLANEACIÓN	49
5.2 PROCESO DE ADQUISICIÓN	51
5.3 PROCESO DE ALMACENAMIENTO	52
5.4 EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	52
6 CLASIFICACIÓN DE LOS ÍTEMS	56
6.1 GENERALIDADES	56
6.2 CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO	59
6.2.1 Aplicación del método selectivo integral	60
7 DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	65

7.1 ANALISIS DE LA DEMANDA	66
7.2 DETERMINACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	71
8. DETERMINACIÓN DE LA POLÍTICA DE CONTROL	76
8.1 COSTOS DE INVENTARIO	76
CONCLUSIONES	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Actores que intervienen en la atención de la odontología.	15
Tabla 2. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC.	22
Tabla 3. Factores de ponderación por zonas de clasificación.	24
Tabla 4. Comparación entre los sistemas de revisión continua y los de revisión periódica.	35
Tabla 5. Recursos disponibles en la Clínica odontológica.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Documentación disponible en los subprocesos de la gestión de productos odontológicos.	52
Tabla 7. Cantidades requeridas de insumos, dispositivos y medicamentos por cada tratamiento.	55
Tabla 8. Clasificación grupo de familias en la clínica odontológica.	58
Tabla 9. Clasificación ABC monocriterio – Costo de inventarios promedios.	61
Tabla 10. Clasificación ABC monocriterio – Costo de consumos.	61
Tabla 11. Clasificación ABC monocriterio – Rotación de Inventarios.	62
Tabla 12. Clasificación ABC monocriterio – Costo de adquisición.	62
Tabla 13. Clasificación ABC monocriterio – Criticidad.	62
Tabla 14. Matriz de factores de ponderación.	63
Tabla 15. Intervalos de clasificación.	63
Tabla 16. Puntuación por familias	64
Tabla 17. Clasificación multicriterio, Familias clase A	64
Tabla 18. Coeficientes de variación en los ítems tipo A.	71
Tabla 19. Participación de cada Pronóstico dentro de la Combinación Lineal Convexa	73
Tabla 20. Error Cuadrático Medio de cada Sistema de Pronostico.	74
Tabla 21. Costo de Almacenamiento.	76
Tabla 22. Costos asociados al mantenimiento del Inventario.	77
Tabla 23. Consideraciones Costos de Ordenamiento.	78
Tabla 24. Costo de faltantes/12 meses.	79
Tabla 25. Costo Total de Inventario/ 12 meses.	80
Tabla 26. Políticas de control Arco niti 0,12 inf.	82
Tabla 27. Políticas de control Guantes desechables.	82

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Importancia de la logística / Manejo de material	16
Gráfica 2. Demanda perpetua, estable o uniforme.	26
Gráfica 3. Demanda con tendencia creciente.	26
Gráfica 4. Demanda con tendencia decreciente.	27
Gráfica 5. Demanda Estacional.	27
Gráfica 6. Demanda con tendencia intermitente.	28
Gráfica 7 Estructura básica para la gestión de insumos, medicamentos y dispositivos	48
Gráfica 8. Macro procesos básicos para la gestión de productos odontológicos.	48
Gráfica 9. Diagrama de flujo proceso de planeación	50
Gráfica 10. Diagrama de flujo proceso de adquisición	51
Gráfica 11. Diagrama de flujo proceso de planeación.	53
Gráfica 12. Diagrama de flujo proceso de evaluación.	54
Gráfica 13. Participación del grupo de ítems / Costo	59
Gráfica 14. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de recepción e inspección de insumos, dispositivos y suministros.	90
Anexo 2. Listado de proveedores de insumos, dispositivos y suministros.	90
Anexo 3. Listado de necesidades de medicamentos y dispositivos médicos.	90
Anexo 4. Formato del listado de dispositivos en el servicio de odontología.	90
Anexo 5. Formato plan de compra.	90
Anexo 6. Consideraciones Matriz de Criticidad.	90
Anexo 7. Clasificación ABC Multicriterio.	90
Anexo 8. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance.	90
Anexo 9. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UL1.	90
Anexo 10. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UL1.	90
Anexo 11. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UR1.	90
Anexo 12. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UR3.	90
Anexo 13. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Brackets Royaldent 0,22.	90
Anexo 14. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Acero 16 x 22 sup.	90
Anexo 15. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Acero 17 x 25 sup.	90
Anexo 16. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,12 inf.	90
Anexo 17. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,12 sup.	90
Anexo 18. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,14 inf.	90
Anexo 19. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,14 sup.	91
Anexo 20. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,16 inf.	91
Anexo 21. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,16 sup.	91
Anexo 22. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,18 inf.	91
Anexo 23. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,18 sup.	91

Anexo 24. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 16 x 22 inf.	91
Anexo 25. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 16 x 22 sup.	91
Anexo 26. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 17 x25 sup.	91
Anexo 27. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Blanqueamiento nite White.	91
Anexo 28. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Guantes desechables.	91
Anexo 29. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Ionosit.	91
Anexo 30. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Resina Z100 A2.	91
Anexo 31. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Single Bond (Adhesivo).	91
Anexo 32. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Tubos de Cementación Directa.	91
Anexo 33. Políticas de Control Brackets Balance.	91
Anexo 34. Políticas de Control Brackets Balance UL1.	91
Anexo 35. Políticas de Control Brackets Balance UL3.	91
Anexo 36. Políticas de Control Brackets Balance UR 1.	91
Anexo 37. Políticas de Control Brackets Balance UR3.	92
Anexo 38. Políticas de Control Brackets Royaldent 0,22.	92
Anexo 39. Políticas de Control Arco Acero 16x22 sup.	92
Anexo 40. Políticas de Control Arco Acero 17 x 25 sup.	92
Anexo 41. Políticas de Control Arco niti 0,12 inf.	92
Anexo 42. Políticas de Control Arco niti 0,12 sup.	92
Anexo 43. Políticas de Control Arco niti 0,14 inf.	92
Anexo 44. Políticas de Control Arco niti 0,14 sup.	92
Anexo 45. Políticas de Control Arco niti 0,16 inf.	92
Anexo 46. Políticas de Control Arco niti 0,16 sup.	92
Anexo 47. Políticas de Control Arco niti 0,18 inf.	92
Anexo 48. Políticas de Control Arco niti 0,18 sup.	92
Anexo 49. Políticas de Control Arco niti 16 x 22 inf.	92
Anexo 50. Políticas de Control Arco niti 16 x 22 sup.	92
Anexo 51. Políticas de Control Arco niti 17 x 25 sup.	92
Anexo 52. Políticas de Control Blanqueamiento nite White.	92
Anexo 53. Políticas de Control Guantes desechables.	92
Anexo 54. Políticas de Control Ionosit.	92
Anexo 55. Políticas de Control Resina Z100A2.	92
Anexo 56. Políticas de Control Single Bond (Adhesivo).	92
Anexo 57. Políticas de Control Tubos de cementación directo roth.	92
Anexo 58. Manual de uso de la herramienta informática.	92

INTRODUCCIÓN

Un producto o servicio tiene poco valor si no está disponible para los clientes en el momento y el lugar que ellos desean, la planeación y el control de las actividades de logística y de la cadena de suministros requieren estimados precisos de los productos y servicios que serán manejados por ésta.

La gestión de la cadena de abastecimiento es una práctica basada en la confianza y en la filosofía de ganar dinero, la cual consiste en la planificación, organización y el control de los flujos de la red de valor, entre los que se encuentran los flujos transaccionales, de productos o servicios, y de la información, los cuales son aplicados a los proveedores, los centros de distribución, los vendedores y los consumidores finales, pero finalmente lo que busca la cadena de abastecimiento es lograr ser competitivos, para esto se hace necesario mantener balanceados los inventarios, en búsqueda de una fácil adaptación al mundo cambiante (Ballou, 2004).

La Gestión y Control de inventarios es uno de los temas más relevantes relacionado con los aspectos logísticos de las organizaciones pertenecientes a los sectores económicos. Es inevitable ignorar los efectos que producen las decisiones sobre la forma de administrar los inventarios, por esta razón se convierte en un problema complejo para muchos gerentes y administradores alcanzar una integración y un manejo adecuado de éstos, dado que constituyen una parte del mejoramiento de los sistemas. Adicionalmente los diferentes procesos de apertura económica han hecho que algunos elementos concernientes al marketing y a la cadena de suministros tales como la diversificación de productos, producción, distribución y los grandes competidores en el mercado generen cambios en los sistemas de gestión y control de los mismos, obligando a realizar estudios de una forma más profunda (Vidal, 2010).

Los problemas fundamentales que se presenta en los sistemas de inventarios es la incertidumbre causada por la existencia de excesos y escasez de ítems, este hace alusión a que siempre se tiene demasiado de lo que no se vende, y muchos agotados de lo que sí se vende, esto se conoce como el problema de desbalanceo de inventarios, donde algunos de los elementos causales de estas situación son la falta de información en el momento adecuado, el desconocimiento del comportamiento real de la demanda, la falta de planificación de los inventarios, las negligencias organizacionales, la poca utilización de software, la inexistencia de indicadores, entre otros (Vidal, 2010).

Para mitigar el impacto anterior, existen diferentes herramientas que contribuye a realizar la mejor gestión y control de inventarios posible; tales instrumentos requieren de algunos datos

de entrada como las demandas históricas, los requerimientos de materias primas, los costos de mantenimiento del inventario, los costos de ordenamiento, entre otros.

Las empresas o instituciones prestadoras de servicios de salud tampoco son ajenas a estos factores, lo cual requieren de técnicas cuantitativas que faciliten el proceso de toma de decisiones referente a la definición de políticas de control de inventario eficientes que respondan a las necesidades de demanda de los clientes.

Con base en lo anterior, el presente proyecto busca proporcionar un modelo de administración y control de inventarios de productos odontológicos en una clínica del Centro del Valle del Cauca, ya que una correcta gestión y control de los ítems contribuye que la empresa sea más eficiente, generando que se fortalezcan aspectos como la disposición de productos odontológicos en inventario, la flexibilidad ante variaciones en la demanda de productos odontológicos, la disminución de los costos totales de inventario, la anticipación a largos tiempos de reposición de inventarios, la administración de información de las cantidades de ítems que se poseen y requiere, entre otros.

Finalmente se pretende proporcionar criterios que aporten a la mejora de la gestión y control de inventarios, y así contribuir a la generación de valor en la organización.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de las organizaciones dentro del mercado se encuentra muy ligado al comportamiento integral y eficiente de todos sus sistemas a lo largo de la cadena de abastecimiento. Un buen diseño del Sistema de Gestión y Control de Inventarios contempla las etapas del ciclo de vida de los productos, y la Política Logística de la empresa. (Díaz, 2012).

Una buena administración de los inventarios es esencial para el funcionamiento exitoso de las organizaciones y resulta ser una de las áreas donde más factible es la reducción de costos sin reducir los ingresos, elemento este de vital importancia para la subsistencia de la empresa en los tiempos modernos (Ortiz, 2012). El inventario representa una inversión considerable para la mayoría de las organizaciones, y éste debe ser controlado con gran atención, ya que si se considera que los niveles de su existencia son demasiado altos, pueden representar pérdidas monetarias debido a los costos asociados al mismo, como por ejemplo el de su almacenaje y los relacionados con la potencial ocurrencia de daños o robos de lo guardado; sin olvidar que la disposición de bienes en inventario, implican pérdidas de tiempo y mano de obra, por la incapacidad momentánea de continuar con el proceso que compete a la organización (Stoner, Freeman & Gilbert, 1996).

El control de inventarios es un tema complejo en cualquier organización, no siempre su aplicación es de forma correcta y exitosa debido a que no se tiene en cuenta la variabilidad de la demanda, los tiempos de reposición (Lead Time) definidos como el tiempo total que transcurre desde el momento que se realiza una orden hasta que el producto se adquiere, el desbalanceo existente entre la demanda y el proceso de producción bienes o servicios (Díaz & Vélez, 2014).

En cuanto a las entidades prestadoras de servicios de salud oral, son caracterizadas por ser organizaciones con un flujo muy complejo de información, materiales y pacientes, esta situación hace que día a día el funcionamiento interno de ésta presente inconvenientes. Estos no son más que demoras en la atención del paciente, insumos e información que no se encuentran en la mayoría de los casos en el lugar y en el momento requerido (Acosta & Hernández, 2011), por este motivo el funcionamiento interno de una clínica odontológica muchas veces es ineficiente debido a que las decisiones relacionadas con el control y gestión de inventarios se realiza de forma empírica, generando una desorientación en las áreas involucrada en el proceso.

Con el propósito de dimensionar el entorno, fue necesario realizar la definición de los sectores, subsectores e instituciones que participan en el área y el desarrollo de la salud. (Tabla 1.).

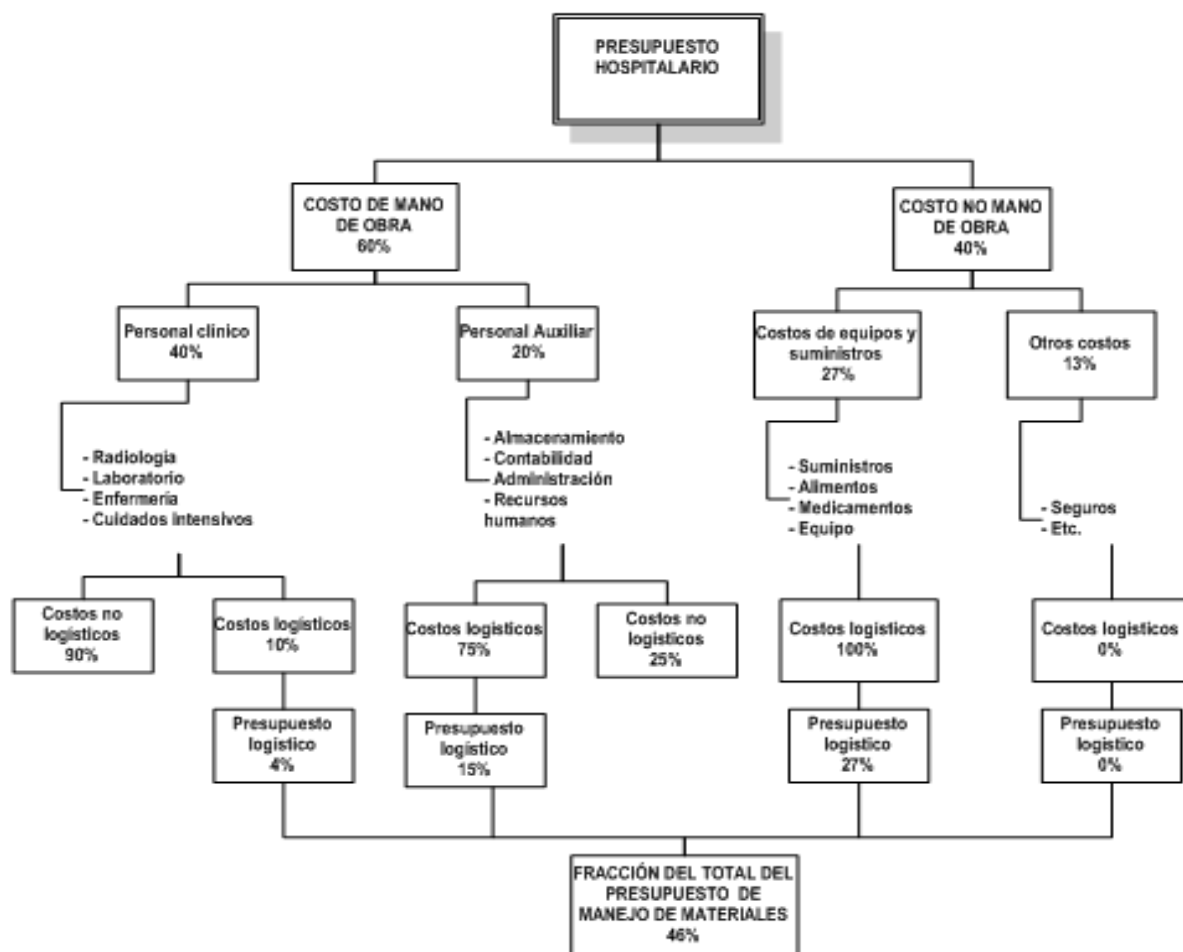
Tabla 1 Actores que intervienen en la atención de la odontología.

Fuente. Salazar et al, (2008)

	SUBSECTOR	INSTITUCIONES
SALUD	DIRECCIÓN Y VIGILANCIA	Instituto Nacional de salud.
		INVIMA
		Superintendencia de salud
		Ministerio de la protección social
		Direcciones territoriales de salud.
	IPS	Hospitales de III, II y I nivel
		Puestos, centros y consultorios en
	ASEGURADORES	Medicina Pre pagada
		EPS Contributivas. Subsidiada
		EPS adaptadas
EDUCACIÓN	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	Instituciones educativas Universitarias.
		Instituciones de educaciones continúa.
	DIRECCIÓN	Ministerio de Educación
OTROS	PROVEEDORES	Equipos e instrumental
		Materiales e insumos
	ASOCIACIONES ONG	Organizaciones Internacionales
		Clubes con propósitos altruistas

De acuerdo con las afirmaciones anteriores es posible crear valor y mejorar la calidad del servicio de salud mediante el enfoque en la salud oral, prestada por entidades del centro del Valle del Cauca, mediante la cadena de suministro de la institución, como parte clave de la logística interna, ya que a las operaciones logísticas se les atribuye un 46% del presupuesto operacional de las clínicas, este porcentaje fue estimado por Kowalski (Chow & Heaver, 1994).

Si se dimensiona este porcentaje, equivaldría a decir que por cada dólar que una clínica odontológica gasta en un producto, estaría gastando un dólar más en manejo de materiales (Chow & Heaver, 1994). Ver Gráfica 1.



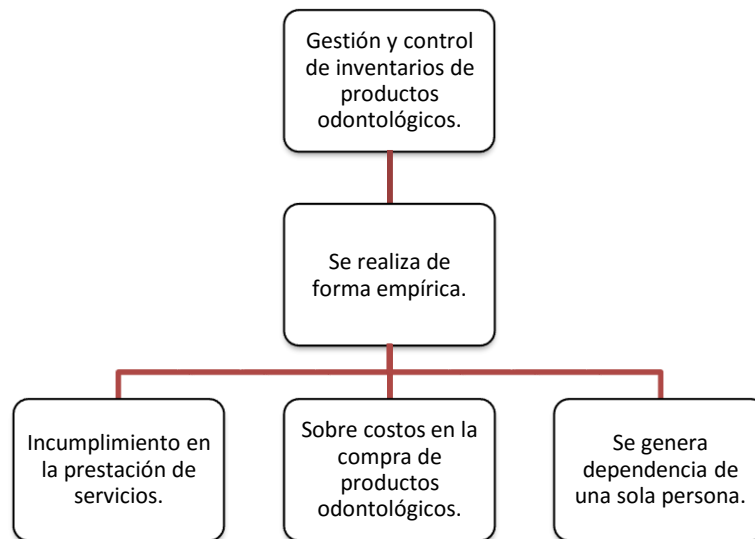
Gráfica 1. Importancia de la logística / Manejo de material

Fuente. Chow y Heaver (1994). Logistics in the Canadian health care industry. Canadá. 73p. Pág. 45

Los procesos de gestión y control de productos odontológicos son importantes para la eficiencia de las clínicas odontológicas, se deben tener presente algunas características técnicas con las que fueron fabricados; el descontrol de lo que entra y sale es un inconveniente que se presenta al momento de solicitar y entregar los diferentes materiales a cada una de las clínicas odontológicas, y en muchos casos la pérdida por expiración, estos son factores que dificultan los procesos de gestión y control de los productos (Dávila, 2012).

La clínica odontológica objeto de estudio ubicada en el Centro del Valle del Cauca, no está exenta de presentar lo descrito, ya que su principal problema se genera por la falta de planeación en el proceso de compra y demanda de los productos odontológicos que utilizan

y requieren, debido a que se realiza la compra de productos de forma empírica, no es posible ofrecer datos certeros del comportamiento de sus productos, además no se tiene en cuenta el tiempo de reposición (Lead Time) que se presenta durante la adquisición de este y por sobre todo la escasez de productos y suministros necesarios para realizar los procesos odontológicos cuando el cliente los requiere. Esto trae como consecuencia que en algunas ocasiones el personal designado cometa fallas involuntarias y no entregue la información de los productos a tiempo para generar la orden de compra correspondiente.



Teniendo en cuenta lo anterior se plantea la siguiente pregunta.

¿Cómo se debe diseñar un modelo para la gestión y control de inventarios que contribuya a minimizar los costos de inventario para productos odontológicos en una clínica del centro del Valle del Cauca?

2. OBJETIVOS

2.1OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de gestión y control de inventarios para una clínica odontológica del Centro del Valle del Cauca que contribuya a minimizar el costo total relacionado con el control de existencias de productos odontológicos.

2.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el sistema de gestión actual de inventario de la clínica odontológica del Centro del Valle del Cauca de tal forma que permita identificar los factores críticos relacionados.
- Realizar una clasificación ABC multicriterio de los productos odontológicos con el fin de identificar los ítems clase A de la clínica objeto de estudio.
- Seleccionar el método de pronóstico para los ítems clase A con base en el análisis de la demanda histórica de los mismos.
- Definir una política de control de inventarios para los ítems Clase A que permita determinar el costo total relevante relacionado.

3. JUSTIFICACIÓN

La importancia en el control y gestión de inventarios reside en el objetivo primordial de toda empresa en obtener utilidades. La obtención de utilidades reside en gran parte de las Ventas, ya que éste es el motor de la empresa, sin embargo, si la función del inventario no opera con efectividad, no se tendrá material suficiente para poder trabajar, generando clientes inconformes y la oportunidad de tener utilidades se disuelve (Suarez, 2012).

El control del inventario es uno de los aspectos de la administración que en la pequeña empresa es muy pocas veces atendido, al no tenerse registros fehacientes, un responsable, políticas o sistemas que le ayuden a esta fácil pero tediosa tarea, resulta de vital importancia el control de inventarios, dado que su descontrol produce faltantes y desperdicios, pudiendo causar un fuerte impacto sobre las utilidades dada la gran diversidad de artículos y los grandes volúmenes que mantienen en existencia algunas empresas (Suarez, 2012).

Las empresas que no poseen un buen modelo de gestión y control de inventarios por lo general tienen altos niveles de costos, debido a que los inventarios representan un costo en términos de mantenimiento, costo por faltantes, costos de adquisición exceso de capital, costos logísticos de compra y recepción de productos, entre otros.

Una entidad prestadora de servicios de salud oral, es una organización con un flujo muy complejo de información, materiales y pacientes, esta situación hace que día a día el funcionamiento interno de ésta presente problemas. Estos no son más que demoras en la atención del paciente, insumos e información que no se encuentran en la mayoría de los casos en el lugar y en el momento requerido (Acosta & Hernández, 2011).

Es por esta razón que es importante implementar buenas prácticas en los procesos de la cadena de abastecimiento; dado a la relevancia para la calidad en la prestación de los servicios, el nivel de respuesta es un factor fundamental en cualquier cadena de abastecimiento, muy apreciado por los clientes actualmente, y está directamente relacionado con los niveles de inventario que se mantengan en lugares clave de la cadena. Este factor puede incluso generar aumento de ventas (Ballou, 2004). Centrar los esfuerzos en el mejoramiento de los procesos de gestión y control de productos odontológicos, contribuye a mejorar la imagen de la institución y a tener efectos positivos en el área económica.

Es por eso que la presente investigación tiene como finalidad proponer un modelo de gestión y control de inventarios para una Clínica odontológica del Centro del Valle del Cauca, ya

que las buenas prácticas de gestión y control de los productos odontológicos, consideran aspectos como las fluctuaciones de la demanda; de tal forma que contribuya a la reducción de costos totales de inventarios y genere un nivel aceptable de servicio al cliente.

4. MARCO DE REFERENCIA

El siguiente capítulo tiene como propósito exponer los argumentos teóricos y conceptuales enmarcados dentro del presente proyecto.

4.1 MARCO TEÓRICO

Según (Ballou 2004) *“los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo de la cadena de producción y de logística de una empresa”, por este motivo es muy importante tener controles adecuados sobre los niveles de inventario y las condiciones de almacenamiento y manipulación de los mismos.*

Para la gestión y control de los inventarios es necesario analizar todas las variables internas y externas que interactúan con los sistemas de gestión de los inventarios para que de esta manera se obtenga un funcionamiento óptimo. Estas variables giran en torno a los siguientes aspectos relacionados como: la importancia y prioridad de los ítems (clasificación ABC), el análisis de datos históricos, estableciendo patrones de demanda, sistemas de pronósticos de la demanda y los sistemas de control del inventario.

4.1.2 Clasificación ABC

La Clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos (indicadores de importancia, tales como el "costo unitario" y el "volumen anual demandado"). (Vidal, 2010). Para llevar a cabo esta clasificación se debe considerar el valor anual de cada ítem, el cual se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Valor anual de cada ítem} = D_i * V_i \quad (1)$$

Donde;

D_i = demanda anual del ítem i (unidades/año)

V_i = valor unitario del ítem i (\$/año)

Para determinar el número de ítems que pertenecen a cada clase (A, B o C) se acomodan los porcentajes de participación del valor anual de cada ítem con respecto al valor anual total de todos los ítems, de mayor a menor. Comúnmente:

- Los ítems clase A constituyen entre el 10% y el 20% del total de ítems, aportando del 60% al 80% del valor total de los ítems.
- Los ítems clase B constituyen entre un 20% y un 40% del total de ítems, aportando del 20% al 30% del valor total los ítems.

- Los ítems clase C en gran número de ocasiones son los más numerosos, estos componen entre 30% y el 70% del total de los ítems, su colaboración comúnmente no es más elevada al 10% del total de los ítems.

La forma más sencilla de aplicar la metodología que propone la clasificación ABC es utilizando un solo criterio para desarrollarla, sin embargo, en muchas ocasiones al no considerar otros elementos importantes para obtener la jerarquización de los ítems se estaría sesgando mucho la clasificación y se pueden estar excluyendo productos muy relevantes para las empresas, por esta razón es importante evaluar múltiples criterios para realizar una clasificación ABC más confiable.

Para cada ocasión se presentan características diferentes, el encargado de definir los valores más adecuados para estos es el encargado de llevar a cabo la clasificación. Para el desarrollo y funcionamiento de un adecuado sistema de gestión de inventarios, la clasificación ABC tiene la obligación de estar interrelacionada al sistema de pronóstico y el control de los ítems, Ver Tabla 2.

Tabla 2. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC.

Fuente. Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios

Características	Políticas de control	Métodos de control
Ítems clase A (considerablemente primordiales), son pocos, proporcionan el mayor porcentaje del volumen en ventas (en \$).	Control estricto con supervisión personal. Comunicación directa con la administración y los proveedores. Aproximación a <i>JIT</i> en inventario balanceado. Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas.	Monitoreo frecuente. Registros precisos. Pronósticos con suavización exponencial doble. Políticas basadas en el nivel del servicio al cliente.
Ítems clase B (importantes), proporción de volumen en ventas (en \$) considerable.	Control clásico de inventarios. Administración por excepción. Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas.	Sistemas de control computarizado clásico. Pronóstico con suavización exponencial simple Reporte por excepciones.
Ítems clase C, son muchos, proporcionan un bajo volumen de ventas (en \$), tienen un bajo valor unitario.	Supervisión mínima. Pedidos bajo orden. Tamaños de orden grande. Políticas de alto inventario de seguridad. Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas.	Sistema de control simple. Promedio móvil (aceptar el pronóstico). Evitar agotados y excesos de inventario. Larga frecuencia de órdenes. Sistema automático.

4.1.3 Clasificación ABC Multicriterio.

El instrumento que se utiliza en la mayoría de ocasiones para realizar las clasificaciones multicriterio son las clásicas clasificaciones ABC, las cuales se realizan de forma independiente para diferentes tipos de ítems. Algunos autores señalan la dificultad que presenta la gestión de inventario en algunas compañías, Por el número de artículos implicados, la naturaleza de estos puede ser muy diversa para su adecuado manejo y control, desde la materia prima hasta el producto final. Estos aspectos sugieren una clasificación de los artículos especial, para llevar a cabo una gestión de inventarios diferenciada, a distintos criterios que refieren un enfoque multicriterio (Flores y Whybark, 1986; Cohen y Ernst, 1988; Ramanathan, 2006).

4.1.3.1 Criterios para la solución de la clasificación ABC Multicriterio.

El análisis multicriterio se apoya en diferentes métodos, como la optimización lineal, el análisis matricial, el análisis jerárquico, los árboles de decisiones y las reglas heurísticas.

- Se realiza una investigación por parte de los autores Cohen y Ernst (1988) que desarrollan el análisis del clúster e introducen una agrupación diferente a la tratada en el método ABC tradicional, que enseña una mezcla de procedimientos de agrupamiento estadístico y restricciones operacionales que fueron aplicados a los sistemas de producción-inventario. A esta alternativa se le realizan algunas limitaciones relacionadas con su complejidad para la toma de decisiones operativas y la disponibilidad de un alto volumen de datos.

- Se planteó una metodología con dos criterios para el análisis ABC por medio de una matriz cruzada tabular. Esta se basa en conocer el peso de los vectores absolutos de cada ítem junto a un conjunto de puntos de corte. Con el fin de aplicar el programa (AIAMIC) al problema, que garantice la generación de representaciones válidas para los ítems. El estudio es aplicable a cualquier problema de clasificación multicriterio con cualquier número de ítems, siempre que se pueda conocer el vector de peso, junto con los puntos de corte entre las clases. (B. Flores and C. Whybark, "Multi Criteria ABC Analysis," International Journal of Operations and Production Management, vol. 6, no. 3, pp. 38-46, 1986.)

- Por último, existe una metodología planteada por Parada (2009) en la que combina la clasificación ABC multicriterio y la matriz de adquisición/índice de rotación. En esta Clasificación Multicriterio se estudia parámetros como el consumo de dinero, movimiento, inventario medio y cantidad de existencias; además hace uso del método selectivo integral, el cual determina factores de clasificación de varios criterios.

4.1.3.2 Método selectivo integral.

El método selectivo integral es un instrumento de gran relevancia en la clasificación ABC multicriterio que se basa en determinar factores de clasificación de n criterios, para determinar los límites de las tres zonas de clasificación, de la siguiente manera:

- I. Se debe tener la clasificación ABC común de los ítems, el cual se le asignará a cada ítem un código A, B o C por cada criterio de manera independiente.
- II. Para la asignación del código selectivo integral se debe estandarizar factores de ponderación cuantitativos que de muestren la importancia, para la organización y los parámetros en cada una de las zonas.

Tabla 3. Factores de ponderación por zonas de clasificación.

Fuente. Parada Gutiérrez, Óscar (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.

Parámetros	Zonas		
	A	B	C
1	FA1	FB1	FC1
2	FA2	FB2	FC2
3	FA3	FB3	FC3
n	Fan	FBn	FCn

- III. Para el cálculo del código de clasificación se hace necesario determinar el Valor Máximo (V_{Max}), este valor es el resultado de la suma de los valores de ponderación de la zona A. Como se puede observar en la Ec. (2). Luego se debe determinar el Valor Mínimo (V_{min}), siendo este el resultado de la suma de los valores de ponderación de la zona C, Como se puede evidenciar en la Ec. (3).

$$V_{max} = \sum_{j=1}^n FA_j \quad (2)$$

$$V_{min} = \sum_{j=1}^n FC_j \quad (3)$$

Dónde:

V_{Max} = Suma de los factores de ponderación de la Zona A.

V_{Min} = Suma de los factores de ponderación de la Zona C.

n = Cantidad de criterios base.

IV. Se procede a calcular el *ACL* que se refiere a la amplitud de cada clase, el cual resulta de la diferencia entre el Valor Máximo (*V Max*) y el Valor Mínimo (*V Min*), Ec (4). Dicha diferencia se divide entre 3 clases para establecer el código de clasificación multicriterio.

$$ACL = \frac{(Vmax - Vmin)}{3} \quad (4)$$

Luego se procede a determinar el código selectivo integral para cada zona:

- La zona A se establece como el rango entre (*V Max – ACL*) y ().
- La zona B se establece como el rango entre (*Min + ACL*) y (*– ACL*).
- La zona C se establece como el rango entre (*Min*) y (*Min + ACL*).

4.1.4. Análisis de los Datos Históricos y Patrón de Demanda.

Para una adecuada selección del método de pronósticos a desarrollar es importante realizar un estudio exhaustivo de los datos históricos de la demanda, ya que en ella se puede obtener y determinar cuál es el comportamiento de la misma en un periodo determinado de tiempo, donde hay consumos altos, bajos, afluencia de puntos en periodos consecutivos, entre otras conclusiones que se pueden derivar de este estudio. (Vidal, 2010).

En un sistema de pronósticos se debe tener en cuenta tres aspectos relacionados con el tiempo:

- El lapso de tiempo del pronóstico está en la unidad básica de tiempo para la cual se realiza el pronóstico en días, semanas, meses; está en función de la naturaleza del proceso bajo estudio y de cómo se registren las transacciones (ventas, compras) en la organización.
- El horizonte de planeación del pronóstico siendo el número de periodos cobijados por el pronóstico a futuro.
- El intervalo del pronóstico referente a la frecuencia con la que se efectúan nuevos pronósticos o se actualizan.

La simulación de los pronósticos se puede realizar cuando se dispone de suficientes datos históricos, ésta simulación ayudará a la selección del sistema de pronóstico más conveniente, está comprendida en los siguientes pasos:

- Inicialización del sistema.
- Simulación del pronóstico.
- Optimización de los parámetros del modelo utilizado.

- Utilización del sistema de pronósticos en tiempo real.
- Seguimiento y administración del sistema empleado.

Existe un gran número de patrones de demandas y se muestran algunos de los más utilizados de ellos en los siguientes gráficos:

4.1.4.1 Demanda perpetua, estable o uniforme.

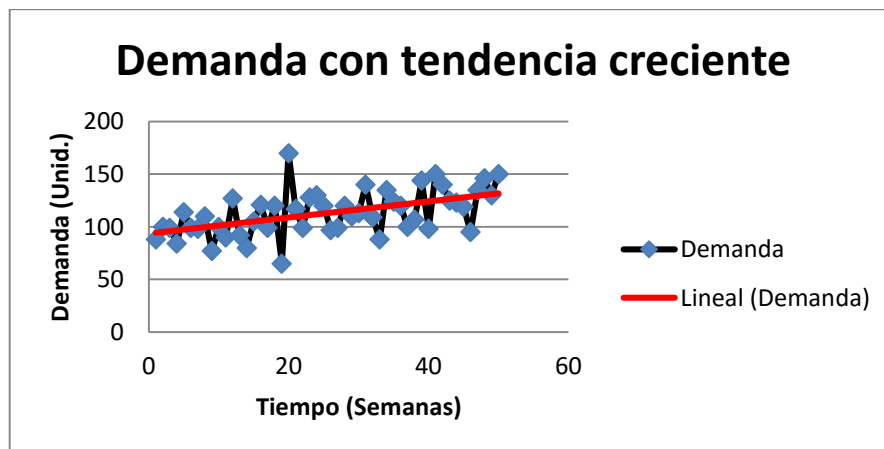


Gráfica 2. Demanda perpetua, estable o uniforme.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios Capítulo 3.

Este patrón de demanda refleja un desarrollo en la demanda constante durante todos los periodos históricos pertenecientes al análisis, en otros términos, que su demanda permanece dentro de rangos poco amplios. La gráfica 2 muestra que los datos analizados se encuentran altamente correlacionados con una tendencia lineal.

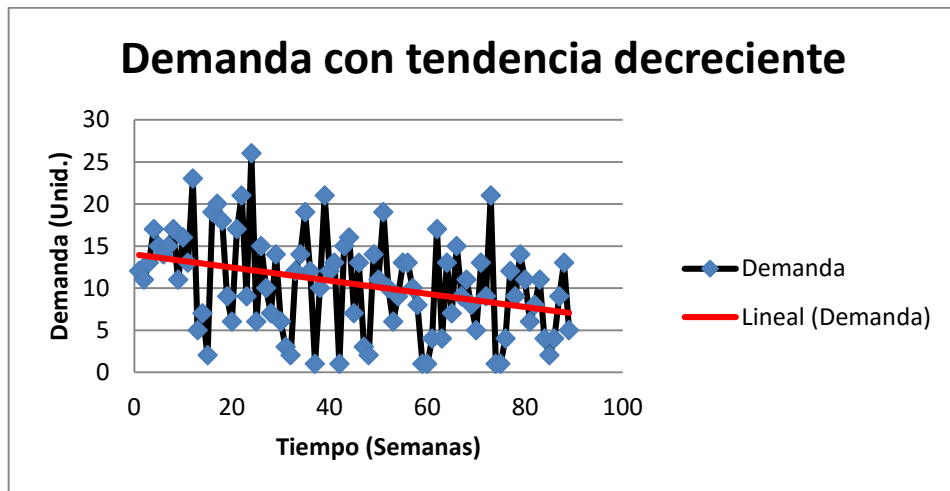
4.1.4.2 Demanda creciente y decreciente:



Gráfica 3. Demanda con tendencia creciente.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios Capítulo 3.

En este patrón de demanda se observa un comportamiento con una tendencia creciente en el consumo durante un tiempo determinado, como se observa en la Grafica 3. Este tipo de comportamiento se puede presentar en productos que se encuentran en la etapa inicial de su ciclo de vida.

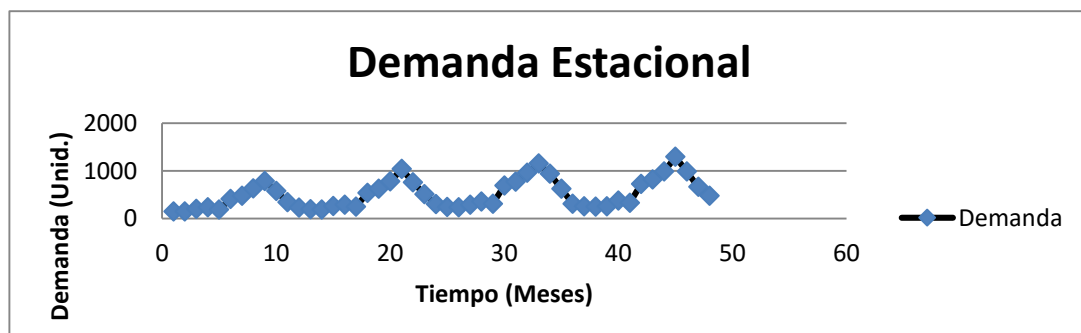


Gráfica 4. Demanda con tendencia decreciente.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios Capítulo 3.

La Demanda Decreciente tiene el comportamiento contrario a la Creciente; se puede presentar en productos que se encuentren en la etapa de descenso de su Ciclo de vida como se puede ver en el Gráfico 4.

4.1.4.3 Demanda estacional:

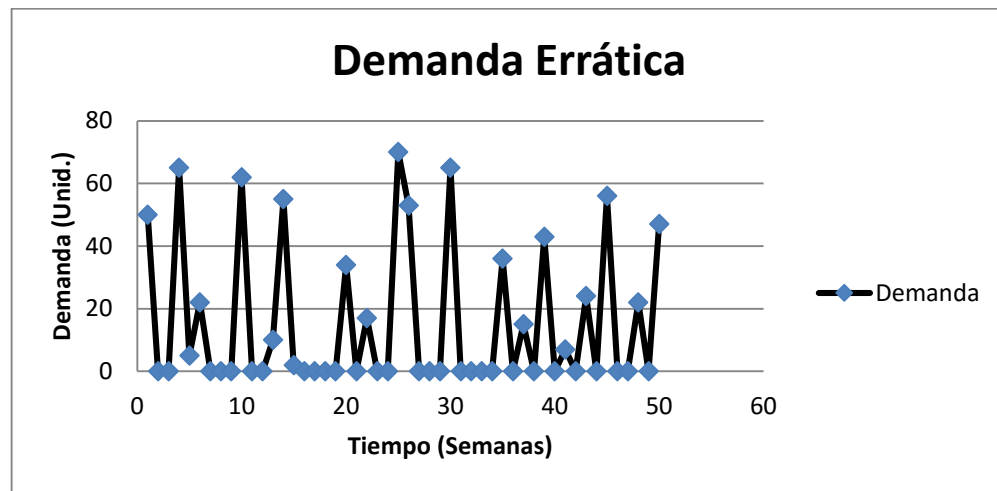


Gráfica 5. Demanda Estacional.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios Capítulo 3.

En este patrón de demanda se puede observar que los productos tienen etapas elevadas en ciertos periodos de tiempo analizados, y en el tiempo restante presenta comportamiento estacional, como puede observarse en la Gráfica 5. Un ejemplo de productos que presentan comportamiento de demanda estacional son los chocolates y detalles especiales, durante todo el año hay venta de estos productos, pero sus picos más elevados se presentan en el mes de la mujer (marzo), el mes de las madres (mayo) y el mes de amor y amistad (septiembre).

4.1.4.4 Demanda errática



Gráfica 6. Demanda con tendencia intermitente.

Fuente. Vidal Holguín, Carlos Julio (2010. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios Capítulo 3.

La demanda errática tiene una característica principal que se puede observar en el Gráfico 6 la cual es que en determinado periodo la demanda se hace nula. Lo más usual es que los productos que presentan este comportamiento en su consumo son fabricados para clientes específicos.

4.1.5 Pronósticos de la Demanda.

Los sistemas de pronósticos son de mucha importancia para todo tipo de organización, ya que considera la previsión y conducta de las variables de interés para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos, generando una mejora en su competitividad y tomando decisiones acertadas en cuanto se presenten faltantes dentro del inventario o un exceso de él presentando insuficiencias en el servicio al cliente. (Vidal 2010)

4.1.5.1 Enfoques de pronóstico.

(Thompson 1998). Afirma que los enfoques de cómo resolver los problemas de pronósticos son los siguientes:

4.1.5.1.1 Pronósticos cuantitativos. Este tipo maneja una variedad de modelos matemáticos que utilizan datos históricos y/o variables causales para pronosticar la demanda.

4.1.5.1.2 Pronósticos cualitativos. Este tipo incorpora factores importantes tales como la intuición, emociones, experiencias personales del que toma la decisión, y un sistema de valores para alcanzar un pronóstico. Algunas compañías utilizan el enfoque anterior, pero en la práctica una combinación o mezcla de los dos estilos es generalmente más efectivo.

4.1.5.2 Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos.

La exactitud en los indicadores de un sistema de pronósticos debe ser valorado con los errores del pronóstico para generar un adecuado análisis y tomar las decisiones correctas; es calculado con la diferencia del valor real observado de la variable después de conocerse y el pronóstico de demanda para un periodo t como se puede observar. (Vidal, 2010).

$$e_t = X_t - \hat{X}_t \quad (5)$$

Dónde:

e_t = Error del pronóstico de demanda para el periodo t

X_t = Valor real u observacion de la demanda en el periodo t

$\hat{X}_t$ = Pronóstico de demanda para el periodo t , calculado en algún periodo anterior, generalmente en un periodo antes.

Se ha demostrado que existen distintos medidores de variabilidad que resultan ser más eficaces que el mencionado anteriormente, a continuación, se muestran sus ecuaciones:

$$\text{Error absoluto} = |e_t| = |X_t - \hat{X}_t| \quad (6)$$

$$\text{Error cuadrático} = e_t^2 = (X_t - \hat{X}_t)^2 \quad (7)$$

Si se necesitan proporciones del error del pronóstico para determinar el valor en forma porcentual se utilizan estas ecuaciones:

$$\text{Error porcentual} = APE = 100 * \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \quad (8)$$

$$\text{Error porcentual} = APE' = 100 * \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{\hat{X}_t} \right| \quad (9)$$

Además, se necesita disponer de errores absolutos, cuadráticos o porcentuales para n ciclos de tiempo y de esta manera obtener el promedio de errores durante estos. Se expresan entonces estos índices con las siguientes ecuaciones: MAD, MAPE, MAPE' y ECM respectivamente.

$$MAD = \text{Desviación Media Absoluta} = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t|}{n} \quad (10)$$

$$MAPE = \text{Desviación Absoluta Porcentual Media} = \frac{100 * \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right|}{n} \quad (11)$$

$$MAPE' = \text{Desviación Absoluta Porcentual Media} = \frac{100 * \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{\hat{X}_t} \right|}{n} \quad (12)$$

$$ECM = \text{Desviación Absoluta Porcentual Media} = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}{n} \quad (13)$$

Los sistemas de pronósticos comúnmente utilizados son:

4.1.5.3 Sistema de pronóstico Promedio Móvil.

Es uno de los sistemas de pronóstico más simples, apropiado para patrones de demanda perpetua o estable con poca o ninguna tendencia (Vidal, 2010). El modelo para este sistema de pronóstico se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$X_t = b - \varepsilon_t \quad (14)$$

Dónde:

X_t = Valor real u observación de la demanda en el periodo t

b = Una constante que representa el proceso de demanda uniforme que se lleva a cabo

ε_t = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza $\sigma_\varepsilon^2 > 0$ desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar.

4.1.5.4 Sistema de pronóstico Suavización Exponencial Simple.

En este sistema de pronóstico se estima el parámetro b para después definir un inventario de seguridad que responda a las variaciones aleatorias representadas por ε_t . Para la última observación de demanda el sistema aplica un peso α y un peso $(1 - \alpha)$; este sistema es adecuado para el patrón de demanda perpetua, estable o uniforme. Su aplicación es calculada mediante la siguiente ecuación (Vidal, 2010):

$$S_T = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (15)$$

Dónde:

S_T = Pronóstico realizado al periodo T , o sea la estimación del parámetro b realizada al final del periodo $T - 1$

S_{T-1} = Pronóstico anterior, es decir, la estimación del parámetro b realizada al final del periodo $T - 1$

X_t = Demanda real observada al final del periodo actual T

α = Constante de suavización (inicialmente definida en el intervalo $0 \leq \alpha \leq 1$)

4.1.5.5 Sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble.

Este sistema de pronóstico tiene en cuenta la tendencia de la demanda; es apropiado para demanda creciente o decreciente. Para poder pronosticar demandas futuras, el sistema presenta las componentes constantes y de tendencia, determinadas por b_1 y b_2 respectivamente (Vidal, 2010). El modelo para este sistema de pronóstico de suavización exponencial doble. Se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$X_t = b_1 + b_2 + \varepsilon_t \quad (16)$$

Dónde:

X_t = Valor real u observación de la demanda en el periodo t

b_1 = Valor que representa la componente constante de la demanda

b_2 = Valor que representa la componente de tendencia de la demanda (creciente o decreciente, de acuerdo a su signo).

ε_t = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza $\sigma_\varepsilon^2 > 0$ desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar.

4.1.5.6 Sistema de pronóstico Método Multiplicativo de Winter.

Este sistema de pronóstico es el más utilizado para demanda estacional; consiste en estimar los parámetros del modelo y usarlos para generar el pronóstico; tiene en cuenta tres factores: la porción constante de la demanda, tendencia y estacionalidad. La ecuación para su aplicación es la siguiente (Vidal, 2010):

$$d_t = (a + bt)C_t + \varepsilon_t \quad (17)$$

Dónde:

a = Porción constante

b = Pendiente de la componente de tendencia

C_t = Factor estacional para el periodo t

ε_t = Aleatoriedad no controlable

4.1.5.7 Sistema de pronóstico Croston.

Es apropiado para demanda errática o intermitente, ya que lo divide en dos; primero se realiza el pronóstico de la probabilidad que ocurra o no una demanda en el periodo siguiente (Vidal, 2010). Después, se pronostica el posible volumen de la demanda desestimando aquellas con valor igual a cero. El sistema de pronóstico Croston se calcula de la siguiente manera:

$$\hat{x}_t = \frac{\hat{Z}_t}{\hat{n}_t} \quad (18)$$

$$\hat{n}_t = \alpha n_t + (1 - \alpha)\hat{n}_{t-1} \quad (19)$$

$$\hat{Z}_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)\hat{Z}_{t-1} \quad (20)$$

Donde:

x_t = Demanda observada en el periodo t

y_t = Variable binaria igual a 1 si ocurre una demanda mayor que cero en el período t ; igual a cero de lo contrario.

$Z_t = x_t * y_t$ = Tamaño de la demanda ocurrida en el periodo t

n_t = Numero de periodos transcurridos desde la última demanda mayor que
cero hasta el periodo t

$\hat{n}_t$ = Valor estimado de n al final del periodo t

$\hat{Z}_t$ = Valor estimado de z al final del periodo t

4.1.6.1 Cálculo del tamaño de lote.

a. Modelo del EOQ (Economic Order Quantity) tamaño económico de pedido: Tiene las siguientes consideraciones (Vidal, 2010):

- Se considera el patrón de demanda constante y conocido sin incertidumbre.
- No se considera descuentos, promociones entre otros en los precios de los productos.
- El tamaño de pedido no debe ser un número entero.
- Para los parámetros de los costos no se tiene en cuenta la variación de estos durante el tiempo.
- Los ítems se tratan de forma independiente.
- Se elabora una orden de pedido cuando el punto de reorden sea igual a cero, si el *Lead Time* es igual a cero.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \quad (21)$$

Donde;

A = Costo de ordenamiento (\$/Orden).

D = Demanda promedio (unidades/año).

v = Valor unitario del ítem (\$/unidad).

r = Costo de mantener el inventario (%/periodo)

El modelo del EOQ dice de qué tamaño realizar la solicitud de la demanda, que debe realizarse cada vez que la suma de estas se agote el inventario existente permitiendo satisfacer completamente la demanda del periodo siguiente. Pero esta consideración no es obligatoria,

debido a que el modelo es flexible permitiendo modificaciones que son adecuadas dependiendo del suceso, en otras palabras, las modificaciones se realizan ya sea pidiendo por exceso o porque se encuentra en un nivel cercano al *EOQ*, lo que pretenden estos reajustes, es minimizar el costo total relevante del tamaño de pedido.

b. Modelo solo un pedido de gran cantidad.

Este modelo presenta una idea de solo realizar un único pedido que sea equivalente al total de todas las demandas que se realizaran durante un periodo de tiempo con datos conocidos (Vidal, 2010).

Es de gran importancia considerar que en el desarrollo de este modelo lo más probable es que los costos de llevar el inventario sean más altos, debido al tiempo que permanecerán en el almacén y los costos de ordenamiento disminuirán como resultado de realizar el pedido una sola vez durante el periodo de tiempo planeado.

c. Modelo lote a lote.

Este modelo plantea realizar una orden de pedido para cada lapso de tiempo, en otras palabras, ejecutar una orden previa igual a la cantidad de la demanda para el respectivo lapso de tiempo (Vidal, 2010).

Es de gran importancia contemplar la posibilidad de que los costos de mantenimiento del inventario sean bajos debido a que los días de los ítems en la bodega son disminuidos y los costos de ordenamiento serán más elevados por el número repetitivo de órdenes de pedido.

4.1.7 Sistema de control del inventario.

Vidal (2010) Hace referencia que un adecuado sistema de gestión y control de inventarios debe de responder con precisión las siguientes tres preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia debe revisarse el inventario?
2. ¿Cuándo debe realizarse el pedido del ítem?
3. ¿Qué cantidad ordenarse en cada requisición?

Es de importancia tener claro que para elegir el método más pertinente de control de inventarios existen diferentes tipos de demanda.

Para el desarrollo de los sistemas de control de inventarios se hace necesario tener definidos los siguientes aspectos:

- $$\text{Inventario efectivo} = \text{Inventario a la mano}$$
- $$+ (\text{Pedidos pendientes por llegar})$$

- *—(Requisiciones pendientes de entregar o comprometidas con los clientes)*
-

Donde el inventario a la mano es el inventario tangible que se encuentra en la bodega, mientras el inventario efectivo es un inventario virtual, llevado en diversas bases de información.

- Una de las preguntas que responde un sistema de control de inventario es ¿con qué frecuencia debe revisarse el nivel de inventario efectivo?, y la respuesta a esta pregunta se encuentra desarrollado entre dos sistemas básicos, la revisión continua y periódica. La siguiente tabla 4 explica cada uno de los sistemas de forma comparativa.

Tabla 4. Comparación entre los sistemas de revisión continua y los de revisión periódica.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*.

Revisión continua	Revisión Periódica
Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultanea	Permite Coordinar ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas, por ejemplo, cuando se le compra al mismo proveedor.
La carga laboral es poco predecible, ya que no sabe exactamente el instante en que debe ordenarse.	Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido, ya que se sabe cuándo va a ocurrir.
La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento.	La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que, en general, es menos frecuente.
Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdidas y daños es mayor.	Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños.
Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica (Protección sobre L)	Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua (Protección sobre $R + L$)

- Cálculo del inventario de seguridad considerando la variabilidad de la demanda:

$$\text{Inventario de Seguridad } IS = k\sigma_L = k\sigma_1\sqrt{L} \quad \text{Sist. continuo } (s, Q) \quad (22)$$

$$\text{Inventario de Seguridad } IS = k\sigma_{L+R} = k\sigma_1\sqrt{L+R} \quad \text{Sist. periódico } (R, S) \quad (23)$$

Dónde:

k = Factor de seguridad dependiente del nivel de servicio deseado.

L = Tiempo de reposición.

R = Intervalo de revisión del nivel de inventario.

σ_L = Desviación estándar de los errores de pronóstico de la demanda total, en un periodo de duración L .

σ_{L+R} = Desviación estándar de los errores de pronóstico de la demanda total, en un periodo de duración $L + R$..

4.1.7.1 Sistema de control continuo (s,Q)

En este sistema de control cada ocasión que el inventario efectivo sea igual o menor al punto de reorden (s), se ordena una cantidad fija Q , adecuándola hasta que sea superior a la demanda promedio durante el tiempo de reposición. Su ventaja más importante es que la cantidad Q a pedir minimiza posibles errores en el pedido y facilita el control de los mismos (Vidal, 2010).

4.1.7.2 Sistema de control continuo (s,S)

En este sistema, cada ocasión que el inventario efectivo sea igual o más bajo al punto de reorden (s) se ordena una cantidad exacta que eleve el inventario efectivo al mismo nivel del inventario máximo (S). El número de unidades a ordenar pueden variar entre periodos, pues depende del inventario efectivo y el inventario máximo en cada periodo (Vidal, 2010).

4.1.7.3 Sistema periódico (R,S)

Ballou (2004) dice que la ventaja principal en hacer pedidos de varios ítems al mismo tiempo y en la misma orden, se ve reflejado en beneficios económicos, ya sea por realizar las compras al mismo proveedor, por el transporte de los ítems, por ser fabricados en la misma línea de producción, entre otros beneficios. Además, implica determinar un tiempo de verificación del inventario común para todos los ítems.

En este sistema se verifica el inventario efectivo cada R unidades de tiempo, y se ordena el número de unidades tal que eleve el inventario efectivo al nivel del inventario máximo. Con la ejecución de este sistema para las organizaciones no le es posible saber precisamente cuál es su nivel de inventario, ni cuánto es el costo de los productos vendidos en cualquier instante; únicamente lo sabrá cada R unidades de tiempo que se verifique físicamente.

4.1.7.4 Sistema periódico (R,s,S)

Vidal (2010) dice que este sistema es “un sistema de control híbrido”, ya que combina el sistema continuo (s,S) y el periódico (R,S), y se basa en que cada R unidades de tiempo se revise el inventario efectivo. Si el inventario efectivo es más bajo o igual que el punto de reorden (s), se realiza una solicitud de pedido por un número de unidades tal que eleve el nivel de inventario hasta el nivel máximo S, de lo contrario si el inventario efectivo es más alto que s, no se realiza ninguna orden hasta la próxima revisión, en el periodo R siguiente.

4.1.7.5 Control min-máx de inventario de ítems con demanda errática

Este sistema puede acomodarse a los ítems de poco movimiento considerando las siguientes consideraciones (Ballou, 2004):

- Afirmando la demanda como errática después de verificar mediante técnicas de pronósticos que el coeficiente de variación es superior que 1.
- Identificando el tamaño de la Orden Q .
- Calculando el déficit esperado u , siendo la mitad de la diferencia entre el inventario inicial y final a la mano, adaptando el punto de reorden antes de que se encuentre por debajo del inventario a la mano. Quiere decir, que a la demanda durante el tiempo de reposición se le suma el inventario de seguridad del punto de reorden s y la caída esperada u por debajo del punto de reorden.
- Hallar el nivel máximo del inventario $S = s + Q - u$. y luego ejecutar normalmente el control de inventario.

4.2 ESTADO DEL ARTE

En los últimos años los procesos de globalización en Colombia han ido tomando fuerza, situación por la cual muchas empresas nacionales han visto como las multinacionales están ejerciendo una fuerte competencia en los sectores Colombianos, para el caso de las entidades prestadoras de servicios en el país, estos procesos han impactado en la forma de prestar los servicios, para lograr mejorarlos se requiere ser ágiles y evitar cualquier tipo de retraso, por lo tanto la buena gestión y control de los inventarios son factores importantes para ser competente en un mercado cada vez más exigente.

En torno a la gestión y control de inventarios, se han desarrollado diversas investigaciones como Vidal et al. (2003) donde realizan un estudio en una empresa comercializadora de productos de consumo masivo que cuenta con una bodega y con N puntos de venta, allí se evidencia el problema de desbalanceo de inventarios, que consiste en la existencia de exceso y faltantes. Al problema de inventarios en la empresa objeto de estudio proponen una solución fundamentada en las siguientes estrategias: Clasificación ABC, utilización acertada de sistemas de pronósticos, la selección de sistemas de control de inventario pertinente y las consideraciones básicas necesarias (ciclo de vida del producto, estudio de aspectos financieros relacionados con el inventario y naturaleza del proceso comercial).

Dentro de los sistemas de pronósticos hicieron uso de las técnicas de detección de problemas mediante señales de rastreo y eliminación de datos atípicos de demanda, se pronosticó la demanda de productos nuevos que con el transcurrir del tiempo y según su consumo pertenecerán a una categoría A, B o C, con los modelos implementados se logró reducir el inventario total, mejorar el nivel de servicio real al cliente, reducir el inventario promedio, reducción en el promedio de la rotación neta en días de inventario.

En el campo de los heurísticos y metaheurísticos con sus aplicaciones, se han desarrollado diversas investigaciones como Aguirre et al. (2005) donde diseñan un modelo de inventarios para la operación logística de una compañía farmacéutica, en la investigación se analiza el proceso de planeación de demanda e inventarios de una compañía multinacional perteneciente al sector farmacéutico en Bogotá, Colombia, los laboratorios farmacéuticos tienen como factores claves de éxito la entrega a tiempo y completa de los pedidos, para lo cual se debe contar con disponibilidad de producto para la venta sin tener exceso de inventario, ya que podría convertirse en obsoleto por tratarse de artículos perecederos. La presente investigación busca utilizar técnicas heurísticas para proponer un modelo de gestión de inventarios, este se abordó desde dos perspectivas: la primera consistió en la estructuración matemática o la formulación del modelo y la segunda conformada por todos aquellos procedimientos que permitan que el sistema de gestión funcione engranando las herramientas tecnológicas con

los procesos y funciones del personal del área. Paralelamente se diseñaron criterios prácticos y puntos de control para asegurar una adecuada implementación del modelo. En el desarrollo de la formulación matemática del modelo se implementó una heurística creada por Hopp, Spearman y Zhang (1997), dada la proximidad con las características de la empresa analizada. Este modelo permite calcular los niveles de inventario y las cantidades a ordenar de acuerdo con un nivel de servicio deseado.

Los resultados del modelo propuesto determinaron que el tiempo de duración del proceso de cálculo de las cantidades a ordenar y las fechas de pedidos se disminuyó, las frecuencias de pedido con el modelo propuesto también presenta cambios significativos dado que con el modelo que se implementaba se hacían siete pedidos en el año lo que disminuía los procesos operativos pero aumentaba los costos en el inventario disponible, el nuevo modelo plantea una frecuencia de 11 pedidos al año lo que implica optimizar los procesos de compra e importación, permitiendo así disminuir los costos en el inventario disponible y el nivel medio de inventarios. Como conclusión los ahorros en inventarios que se podrían obtener con la aplicación del modelo son significativos. Para implantar el modelo se requiere que la organización expuesta cambie sus procesos empíricos por los procesos propuestos que están basados en la aplicación de metodologías y análisis matemáticos para tomar decisiones correctas.

Amaya et al. (2012) desarrolla una política de inventarios para medicamentos y dispositivos médicos en la bodega central y farmacias auxiliares del hospital universitario clínica San Rafael, se tiene como objetivo determinar las cantidades optimas de pedido desde la bodega central hacia sus proveedores y desde las farmacias auxiliares hasta la bodega central, teniendo en cuenta que la política de pedidos, uno de los principales factores que influyen en la calidad del servicio del Hospital es el abastecimiento y distribución de los medicamentos y dispositivos médicos, labor que es desempeñada por el servicio farmacéutico, el cual está conformado por una bodega central y siete farmacias auxiliares; en estudio se hace en tres categorías de productos que se manejan en el Hospital: medicamentos, medico quirúrgicos y líquidos. La mayoría de los productos tienen un comportamiento estacional, con tendencia o con variaciones al azar alrededor de un patrón básico, el nivel de desabastecimiento de la Bodega Central, correspondiente al no cumplimiento de la demanda de los medicamentos y dispositivos médicos es del 15.99% y 10.15% respectivamente, mientras que para los líquidos es del 6.41%. Las farmacias auxiliares tienen un nivel de servicio alto, considerando que es superior al 95%. Se propone una política de inventarios para la BC que cumpla con un nivel de servicio, como mínimo, del 97% y brinde la posibilidad de reducir los días de inventario.

La metodología comprende cuatro etapas, primero se realizó una clasificación ABC de los productos, seguidamente se calcula el pronóstico de la demanda, en la tercera etapa se calcula la desviación de la demanda y por último se implementan las políticas de inventarios. Los resultados obtenidos para la bodega central fue que las políticas de inventarios propuestas cumplen con un nivel de servicio superior al 97% para los productos tipo A, para los productos tipos B se cumple el nivel mínimo de servicio requerido en todos los periodos, para los productos tipos C se obtiene un nivel de servicio mayor al 97% en la mayoría de los periodos pronosticados, también como resultado de la política de inventario propuesta se obtuvo una reducción en los días de inventario por periodo; los resultados que se obtuvieron tras la implementación de las políticas permiten alcanzar el nivel de servicio deseado en las dos farmacias auxiliares en las que se implementaron. Es importante resaltar la factibilidad de la implementación del proyecto ya que, en primer lugar, no requiere de la estimación de costos, está basado en la información histórica de cada medicamento lo que permite tener un conocimiento a priori de la demanda, no es un sistema que requiere de una inversión para poderse implementar y además brinda una respuesta rápida que puede ser definitiva para los problemas de inventarios que pueda presentar el Hospital. Por último, la metodología propuesta no necesita ser actualizada periodo a periodo ya que la información histórica utilizada permite un alcance aproximado de seis meses. Finalmente, este proyecto muestra como técnicas relativamente sencillas, para pronosticar la demanda de medicamentos y dispositivos médicos, producen resultados significativos y de alta importancia para el Hospital, lo cual ayuda al mejoramiento continuo enfocado a los pacientes. La adopción y aplicación de una política de inventarios en el Hospital es necesaria y permitirá al Hospital tomar decisiones acertadas que aumentarán su calidad de servicio.

Finalmente Castrellón et al. (2014) desarrollan un modelo para la operación logística de distribución de medicamentos del programa de salud pública en Colombia, la investigación se hizo en seis programas de salud pública en Colombia y tiene como objetivo mejorar los indicadores de eficiencia y oportunidad en la entrega de bienes y servicios, reduciendo los costos y el tiempo de operación, El desarrollo de la investigación contempla la creación y estructura de los componentes conceptuales, estructurales y matemáticos como elementos principales del modelado matemático general, fundamentado éste en la verificación de las condiciones sobre la información real para el sistema de distribución logística de medicamentos en los seis programas de salud pública en Colombia.

La metodología se dio en tres etapas, definición del objeto de estudio, caracterización y diagnóstico de la operación logística, propuesta de la operación logística, para la primera etapa se identifican dos niveles de gestión y operación, El primer nivel corresponde a la actividad del Ministerio de Salud en cuanto al abastecimiento, almacenamiento y distribución, y El

segundo nivel correspondiente a las secretarías de salud departamentales y distritales se caracterizó mediante visitas de campo a los puntos especificados por el Ministerio de Salud, en la etapa de caracterización se basó en instrumentos de recolección de información dirigidos a más de 40 agentes intervinientes identificados. La información primaria recolectada se consolidó, analizó y a partir de la misma se identificaron los parámetros del sistema, en la etapa de propuesta de la operación logística El desarrollo y estructuración del modelo matemático tiene como lineamientos básicos las filosofías de coordinación y cooperación de los diferentes nodos de la estructura de la red diseñada para tal propósito, el objetivo del modelo matemático es generar el mínimo costo de la gestión logística MinSalud en el abasto-distribución de los medicamentos de los seis (6) programas de salud pública en Colombia, teniendo en cuenta el abastecimiento, el manejo y control de inventarios y el número de viajes o desplazamientos para el abastecimiento de las bodegas centrales y las bodegas regionales; los resultados del análisis de todos los escenarios evidenciaron mejoras sustanciales para los resultados del Sistema logístico al comparar los resultados con los costos reales que se manejan en MinSalud.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Se hace de gran importancia para el desarrollo de la investigación tener claro los conceptos y términos relevantes a la temática de gestión y control de inventarios en una clínica odontológica.

Odontología: Especialidad de la medicina que estudia la anatomía y fisiología de los dientes y sus estructuras circundantes en la cavidad oral (labios, boca, paladar, orofaringe, mandíbula, entre otros) (Adserá, 2015).

Ortodoncia: Es una rama de la Odontología que trata sobre el crecimiento y desarrollo de los dientes, y de las desviaciones que se puedan producir. En ortodoncia se usan aparatos que corrigen y previenen las mal posiciones dentales, las deformaciones de los huesos que conforman los maxilares. Se trata de cuidar no sólo la estética dental, sino también las funciones de masticación, fonación y deglución. (Adserá, 2015).

Insumo: De acuerdo con, “Gladys Esmeralda Trinidad Gaytan, 2011” El término insumo se utiliza para hacer referencia a todos aquellos implementos que sirven para un determinado fin y que se pueden denominar como materias primas, específicamente útiles para diferentes actividades y procesos. El recurso a ciertos insumos siempre tiene que ver con actividades productivas que tienen por fin la realización de otro bien más complejo y que implica un mayor proceso de elaboración. Cuando el insumo es utilizado en combinación con otros insumos más o menos complejos para la elaboración de otro tipo de productos, dejan de considerarse como tales ya que han perdido sus características esenciales.

Medicamento: Fármaco preparado para tratar o prevenir una enfermedad. Los medicamentos se componen de un principio activo (el fármaco) y una sustancia excipiente. Se distribuyen y comercializan en cajas o envases con una determinada dosificación y presentación, que suele ser en pastillas, en comprimidos, en pomada o en sustancia líquida. (Adserá, 2015).

Dispositivo médicos: El termino dispositivos médicos, define instrumentos, aparatos y materiales de uso médico y odontológico, para ser usados solos o en combinación y ser aplicados en seres humanos, destinados principalmente al diagnóstico, prevención y alivio de enfermedades. (Barrantes, 2008)

Ítem: De acuerdo con Vidal (2010) los ítems que sólo difieren en aspectos menores de forma, color, condición, etcétera. Las características finales del producto pueden ser implementadas en el momento de recibir las órdenes de los clientes.

Demanda: La demanda es la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en un lugar establecido, con cuyo uso pueda

satisfacer parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca. (Andrade, 2005).

Pronósticos de demanda: La utilización de sistemas adecuados de pronósticos de demanda, permiten estimar con precisión el patrón, el promedio y la variabilidad de la demanda de cada ítem que se mantenga en inventario. De esta forma, los inventarios de seguridad se calculan proporcionalmente a la variabilidad de la demanda, de acuerdo con el nivel de servicio deseado, y no proporcionalmente al promedio de la misma. (Vidal, 2010)

Lead time: El tiempo de entrega es el retraso aplicable para el control de inventario. Este retraso es generalmente la suma del retraso del suministro, es decir, el tiempo que le lleva a un proveedor entregar las mercancías una vez que se realiza una orden, y el retraso de la reordenación, que es el tiempo que pasa hasta que se vuelve a presentar una oportunidad de realizar una orden. Este tiempo de entrega generalmente se calcula en días. (Vermorel, 2014)

Inventarios: Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados. Un inventario puede ser algo tan elemental como una botella de limpiador de vidrios empleada como parte del programa de mantenimiento de un edificio, o algo más complejo, como una combinación de materias primas y subensamblajes que forman parte de un proceso de manufactura. (Muller, 2005).

4.2.1 Clasificación del inventario según su funcionalidad. Se hace necesario clasificar los inventarios según su funcionalidad para no ejecutar su administración de manera incorrecta:

Inventario de seguridad o de reserva. Es el que se mantiene para compensar los riesgos de paros no planeados de la producción o incrementos inesperados en la demanda de los clientes. (Castillo, 2005)

Inventario de desacoplamiento. Es el que se requiere entre dos procesos u operaciones adyacentes cuyas tasas de producción no pueden sincronizarse; esto permite que cada proceso funcione como se planea. (Castillo, 2005)

Inventario en tránsito. Está constituido por materiales que avanzan en la cadena de valor. Estos materiales son artículos que se han pedido, pero no se han recibido todavía. (Castillo, 2005)

Inventario cíclico. Resulta cuando la cantidad de unidades compradas (o producidas) con el fin de reducir los costos por unidad de compra (o incrementar la eficiencia de la producción) es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa. (Castillo, 2005)

Inventario de previsión o estacional. Se acumula cuando una empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante los periodos de demanda baja para satisfacer las de demanda alta. Con frecuencia, este se acumula cuando la demanda es estacional. (Castillo, 2005)

4.2.2 Clasificación del inventario según su forma. Según su forma los inventarios se clasifican en:

Inventario materia prima. Lo constituyen las materias esenciales que entran en la manufactura, fabricación o construcción de los artículos que se producen. Estos inventarios dan flexibilidad a la empresa en sus adquisiciones. Lo más conveniente es comprar materias primas estrictamente de acuerdo con el programa de producción. (Noori & Radford, 1997)

Inventario de producto en proceso. Es la relación de inventario de las materias primas que se encuentran en cualquier etapa del proceso para la elaboración de un Producto, el cual no puede considerarse aún como terminado. (Noori & Radford, 1997)

Inventario de producto terminado. Está constituido por los artículos terminados recibidos del proceso de producción. Éstos dan flexibilidad en el programa de producción se encuentran listos en bodega para la venta. (Noori & Radford, 1997)

4.2.3 Costo de mantenimiento del inventario: El costo de llevar o mantener el inventario comprende los costos de almacenamiento y manejo, el costo del espacio utilizado, los costos de capital, los seguros e impuestos, y los costos de riesgo en los que se incurre por el hecho de tener almacenados los ítems, esperando a ser demandados por los clientes. (Vidal, 2010)

4.2.4 Costos de almacenamiento y manejo. Las características principales descritas por Vidal (2010) son que los costos de almacenamiento y manejo se refieren a los costos de operar la bodega, teniendo en cuenta la mano de obra utilizada, las actividades desarrolladas, tales como recepción, almacenamiento, inspección y despacho. Si la bodega es arrendada, estos costos formarán parte del costo global de espacio dado por el arrendatario.

4.2.5 Costos de ordenamiento. Estos se refieren a los costos administrativos y de oficina para elaborar la orden de compra. Los costos de ordenamiento incluyen detalles, como contar los artículos y calcular las cantidades de órdenes. (Vidal, 2010)

4.2.6 Costos de faltante. Cuando las existencias de un artículo están agotadas, los pedidos deben esperar hasta que se repongan o deben ser cancelados, y es allí donde existe demanda

insatisfecha y se generan costos difíciles de estimar. Algunos de estos costos son: utilidades perdidas, perdidas de clientes, o sanciones por retraso. (Vidal, 2010)

4.2.7 Costo total relevante. Vidal (2010) afirma que el costo total relevante (CTR) es el costo en el cual incurre una organización y está dado por la sumatoria del costo de ordenamiento, y mantenimiento. Este costo está conformado además por los siguientes componentes:

- Costos de compra y/o producción.
- Costos de ordenamiento, preparación y alistamiento (*setups*).
- Costos de mantenimiento del inventario (*holding cost*).
- Costos de faltantes de inventario (*shortage cost*), convertidos en ventas perdidas u órdenes pendientes (*lost sales ó backorders*).
- Costos de control del sistema.

Posibles costos adicionales (administrativos o de planeación de la producción).

5 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION ACTUAL DE INVENTARIOS DE LA CLINICA ODONTOLÓGICA

Con el propósito de realizar el diagnóstico a los procesos que conciernen a la gestión de productos odontológicos en la Clínica objeto de estudio, se analizan las áreas administrativas y gerenciales, donde por medio de encuestas y visitas se estudian las diferentes actividades del personal responsable de estos procesos, identificando los elementos y características claves del proceso de toma de decisiones referentes al control de inventarios.

Cada una de las actividades que se realizan en el depósito de la clínica, cumple con las siguientes normas:

Decreto 4725 de 2005, por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.

Decreto 1011 de 2006, por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud.

Resolución 2003 de 2014, por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones.

La clínica odontológica presta una gran variedad de servicios que se caracterizan principalmente en dos tipos de tratamientos:

1. Ortodoncia.
2. Odontología.

Para llevar a cabo estos tratamientos se hace indispensable la utilización de productos odontológicos que son clasificados en “insumos, dispositivos y medicamentos”.

En la clínica objeto de estudio se encontró que para realizar un control a las pérdidas de inventario por vida útil de estos productos se establece el método de semaforización de estos, caracterizándolos de la siguiente manera:

		cuando faltan 3 meses o menos para vencerse desde su adquisición
		cuando el insumo se vence en el año actual de su adquisición
		cuando el insumo se vence al año siguiente su adquisición
		cuando el insumo se vence a los 2 años siguiente de su adquisición

Este semáforo se realiza directamente en el producto.

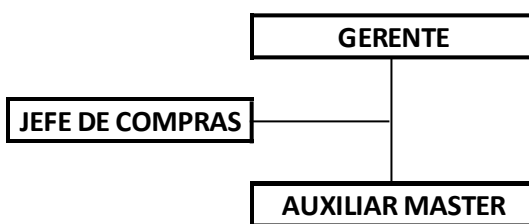
Por otro lado, la clínica expresa que los productos tienen un rango de duración de 2 a 3 años de vida útil, en el caso de llegarse a presentar que un insumo este cerca de la fecha de vencimiento y no se tenga demanda de este se opta por realizar un intercambio de productos con alguna clínica de la región.

La clínica cuenta con una bodega acondicionada para materiales de desinfección, materiales de refrigeración, acrílicos los cuales son almacenados por el auxiliar master en sus respectivos lugares.

El punto de reorden de los productos odontológicos y ortodoncia se rige bajo una política de la empresa, la cual establece que al tenerse baja rotación en el inventario de un ítem se deben realizar el pedidos cuando se encuentra en el 25% de existencia en la clínica, los que tiene una mayor rotación de inventario se realiza el pedido cuando este se encuentra en el 50%; es importante aclarar que para este caso la política de pedido fue establecida de forma empírica puesto que no se utiliza ningún método para establecerse. Los productos que presentan mayor demanda dentro de la clínica son los guantes, las resinas y el servicio de mayor demanda es el estético. Respecto al manejo de los faltantes se realiza un intercambio de productos con clínicas de la región para el abastecimiento rápido y eficaz.

Por lo que se refiere a la frecuencia con que se revisa el nivel de inventario de cada producto este se realiza de forma empírica, se tiene presente principalmente la experiencia que posee el auxiliar master, este calcula la duración del producto en cada consultorio, el retiro de algún producto en el día y verificación de la cantidad existente del ítem. En cuanto a los registros de ingresos la clínica realiza un control por medio de un formato que se anexa en la tabla 6; desde el momento en que llega el pedido, se copian todos los datos referentes como su origen, su forma, la cantidad, modo de almacenamiento, entre otras.

La estructura básica para la gestión de productos odontológicos (Grafico 7), está compuesta en primera instancia por la Auxiliar master quien tiene la responsabilidad de revisar a diario las existencias de productos en el almacén; cada 15 días determina las cantidades de productos a solicitar en la clínica por medio de un formato de pedido que se anexa en la tabla 6 que se le entrega al jefe de compras, este es el segundo autor en la gestión de insumos, medicamentos y dispositivos, tiene la responsabilidad de desarrollar el Plan de Compras, y de realizar el registro de proveedores y actualizar su información, por último en la estructura básica se encuentra el gerente quien tiene la responsabilidad de generar la orden de compra y diligenciar la encuesta para medir la calidad del servicio que prestan los proveedores.



Gráfica 7 Estructura básica para la gestión de insumos, medicamentos y dispositivos

Fuente. Elaboración propia, 2015

La gestión de insumos, medicamentos y dispositivos se realiza por medio de los subprocesos de planeación de compras, adquisición y almacenamiento de productos odontológicos (ver Gráfico 8)



Gráfica 8. Macro procesos básicos para la gestión de productos odontológicos.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Durante la prestación de servicios odontológicos se requiere de diferentes tipos de recursos humanos, físicos y ambientales. (Ver tabla 5)

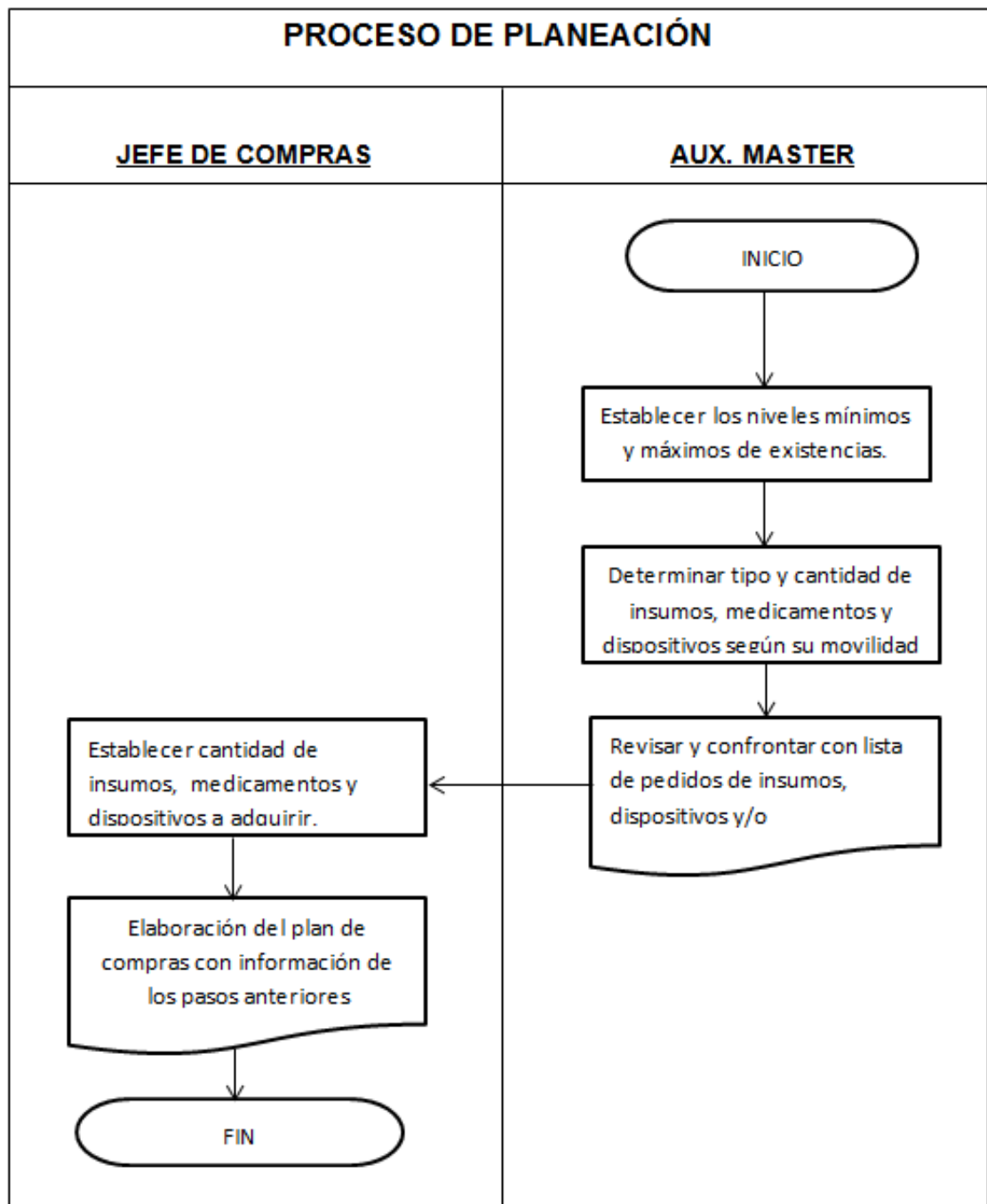
Tabla 5. Recursos disponibles en la Clínica odontológica.

Fuente. Elaboración propia, 2015.

RECURSOS		
HUMANOS	FISICOS	AMBIENTALES
Gerente, Auxiliar Master y Jefe de compras	Infraestructura tecnológica (Internet, computadores y radio teléfonos), insumos, materiales, bodega de almacenamiento.	Sillas ergonómicas, ambientación de temperatura por medio de refrigeración en bodegas, aire acondicionado en las oficinas, iluminación, normas de seguridad, condiciones de limpieza, señalización adecuada.

5.1 PROCESO DE PLANEACIÓN

El proceso de planeación inicia con el auxiliar master estableciendo los niveles mínimos y máximos de existencias, por medio de una verificación del inventario en bodega, posteriormente se procede a determinar el tipo y cantidad de productos según su rotación, por último el Auxiliar revisa y confronta con la lista de pedidos de productos por servicios que se presentan en un documento mencionado en la tabla 6, termina la confrontación de la lista de pedidos, se le envía al Jefe de Compras para establecer la cantidad de insumos, medicamentos y dispositivos a adquirir y luego elabora el plan de compras con la información obtenida plasmándolo en un formato mencionado en la tabla 6 (ver Gráfico 9).

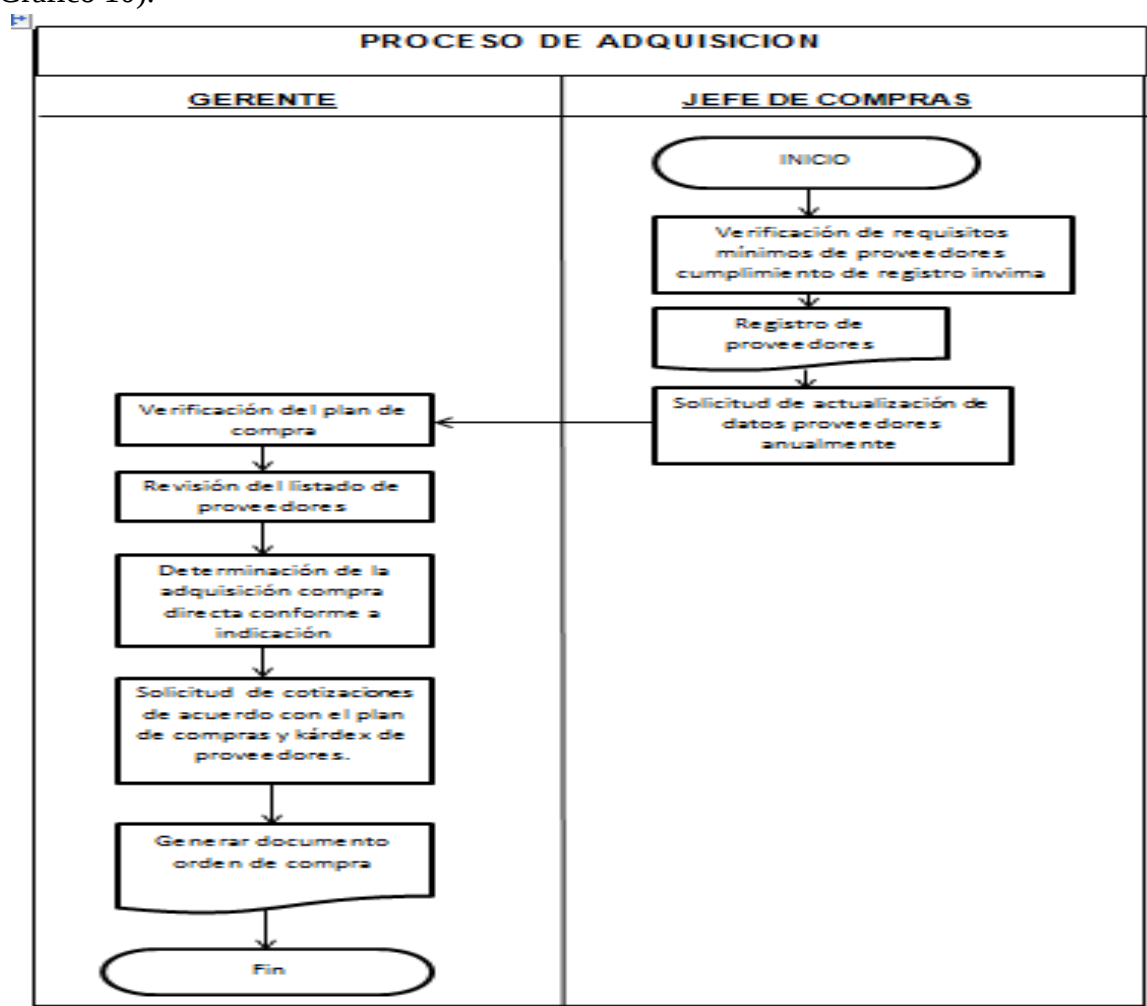


Gráfica 9. Diagrama de flujo proceso de planeación

Fuente. Elaboración propia, 2015.

5.2 PROCESO DE ADQUISICIÓN

El proceso de adquisición se lleva a cabo con el jefe de compras realizando la selección de proveedores, donde se verifican los requisitos mínimos y se procede a hacer el registro de proveedores en el documento mencionado en la tabla 6, posteriormente se solicita la actualización de datos de los proveedores anualmente. La Gerencia recibe los pedidos y verifica la disponibilidad de los insumos, medicamentos y dispositivos necesarios, contacta de inmediato al proveedor para solicitar el producto requerido, indicándole la presentación comercial, marca, y demás características necesarias para garantizar las especificaciones del producto, realiza la solicitud de cotizaciones de los productos de las empresas proveedoras y su kárdex, se selecciona la mejor propuesta que debe ajustarse a los rangos especificados por la clínica, luego se genera el documento de la orden de compra del que hace mención la tabla 6 (ver Gráfico 10).



Gráfica 10. Diagrama de flujo proceso de adquisición

Fuente. Elaboración propia, 2015.

5.3 PROCESO DE ALMACENAMIENTO

El jefe de compra elabora la programación de aseo, limpieza y desinfección donde se determinan frecuencias y responsables, la programación de control de vectores por áreas por medio de un documento que se menciona en la tabla 6, posteriormente la Auxiliar master se encarga de realizar el control de la temperatura y humedad relativa dos veces al día y es responsable de realizar el almacenamiento que se tiene delimitado y señalizado en las áreas del almacén teniendo en cuenta las características fisicoquímicas de los insumos, medicamentos y dispositivos, los flujos de entrada y salida, finalmente se encarga de ubicar los productos odontológicos en los respectivos estantes del depósito (ver Gráfico 11).

5.4 EVALUACIÓN DE PROVEEDORES

El Gerente lleva un control del servicio que se presta mediante una evaluación, para darle el cumplimiento a este proceso se diligencia una encuesta, que mide fundamentalmente la oportunidad en la entrega, suficiencia en la entrega y calidad del empaque; se efectúan periódicamente entrevistas con el proveedor para analizar los resultados y acordar el plan de mejoramiento, y se hace el seguimiento a los compromisos acordados en el mismo. Posteriormente el Jefe de Compras asigna mensualmente al responsable de cada servicio de la institución, la encuesta de medición de satisfacción del servicio de suministro de productos odontológicos, y mide fundamentalmente la oportunidad en la entrega y suficiencia en ella. Finalmente se realiza un análisis de los resultados por parte del encargado de compras el cual define los correctivos a seguir (ver Gráfico 12)

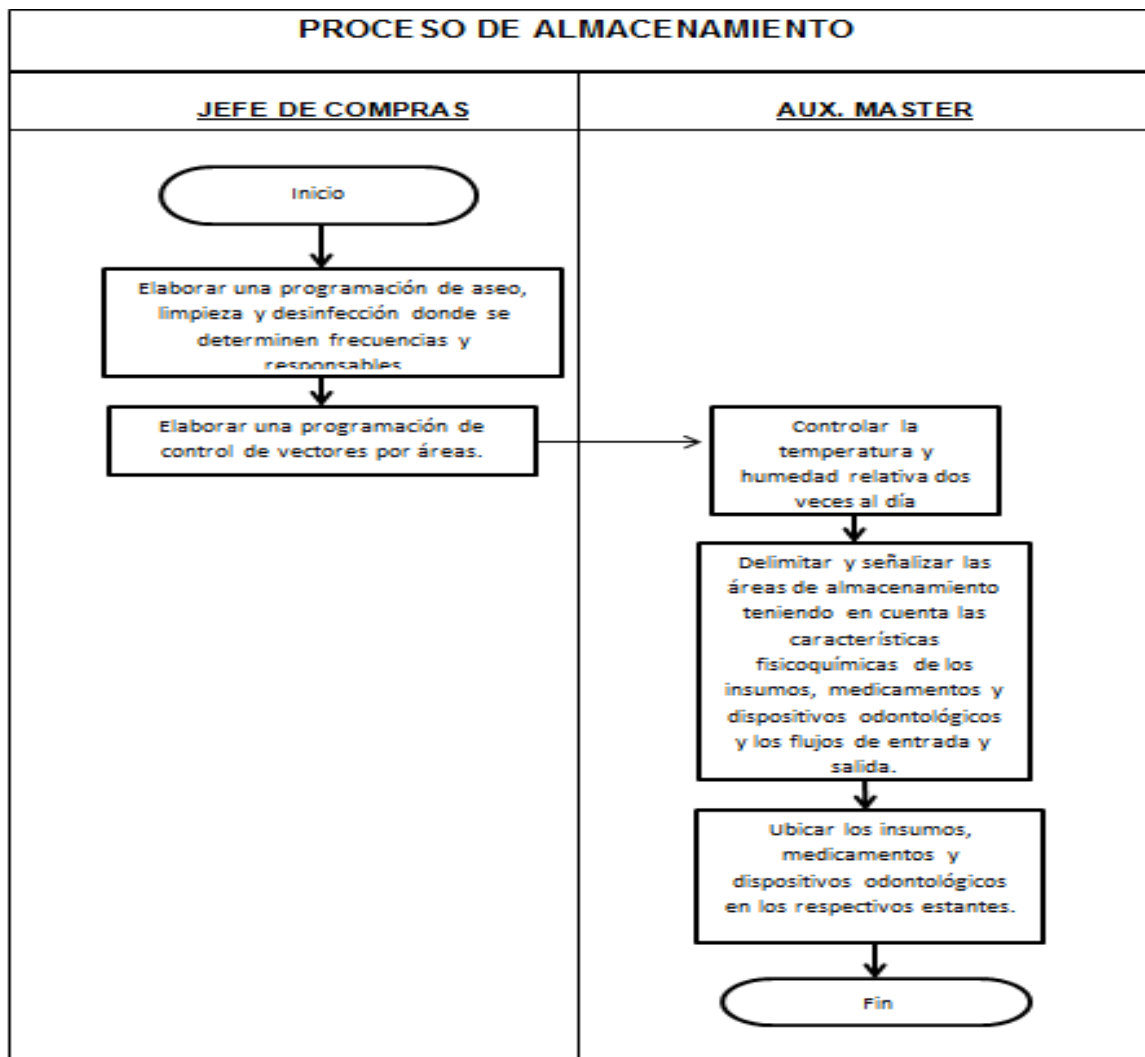
Tabla 6 Documentación disponible en los subprocesos de la gestión de productos odontológicos.

Fuente elaboración propia, 2015

SOPORTE DOCUMENTACIÓN	
PROCESO	ENTRADAS
Planeación	Formato de plan de compras
Adquisición	Listado de necesidades de medicamentos y dispositivos médicos, listado de proveedores, plan de compras, acta de recepción.

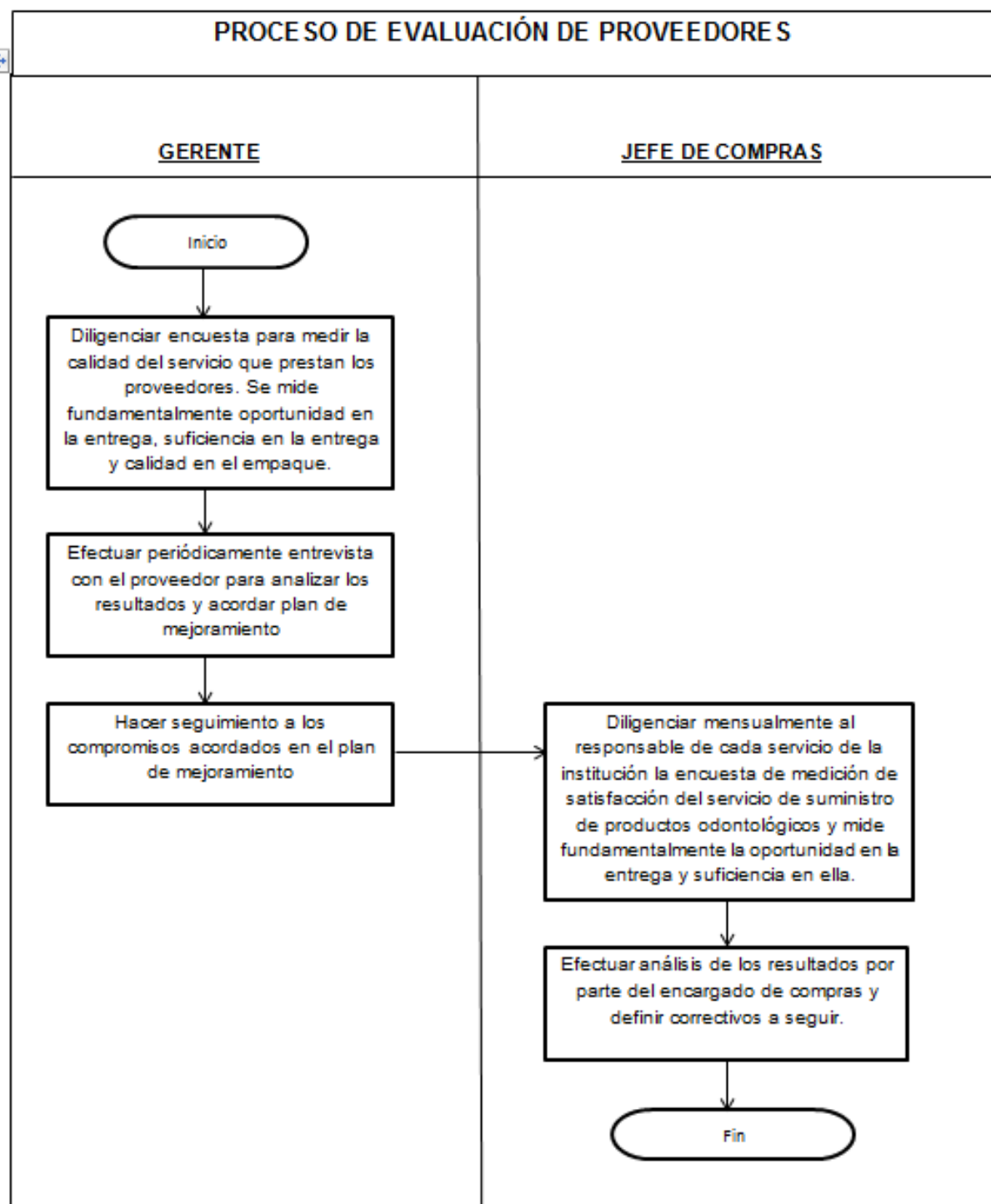
La documentación disponible en los subprocesos de la gestión de productos odontológicos enmarca un rol sobresaliente para llevar a cabo cada uno de ellos. A continuación, se mostrará cada uno de los documentos a que hacen referencia de los anexos hablados en el presente capítulo.

- Acta de recepción (ver anexo 1)
- Listado de proveedores (ver anexo 2)
- Listado de necesidades de medicamentos y dispositivos médicos (ver anexo 3)
- Plan de compras (ver anexo 4)
- Formato plan de compras (ver anexo 5)



Gráfica 11. Diagrama de flujo proceso de planeación.

Fuente. Elaboración propia 2015



Gráfica 12. Diagrama de flujo proceso de evaluación.

Fuente. Elaboración propia 2015.

La cantidad de ítems utilizados para tratamientos de odontología y ortodoncia son (253) comprendidos de la siguiente manera:

- Insumos
- Medicamentos
- Dispositivos

Muchos productos cuentan con diferentes presentaciones, especificaciones y aplicaciones, para su uso en diferentes procedimientos. La empresa actualmente posee (70) familias de productos de los cuales 57 son usadas para tratamientos odontológicos y 25 de estas son utilizadas para tratamientos de ortodoncia, teniendo en cuenta que algunas de las familias de tratamientos de ortodoncia son utilizadas en tratamiento de odontología.

Tabla 7. Cantidades requeridas de insumos, dispositivos y medicamentos por cada tratamiento.

Fuente. Elaboración propia 2015

TRATAMIENTO	INSUMO	DISPOSITIVO	MEDICAMENTO	TOTAL
ODONTOLOGICO	45	10	2	57
ORTODONCIA	16	9	0	25
				82

6 CLASIFICACIÓN DE LOS ÍTEMS

6.1 GENERALIDADES

Para establecer los sistemas de control de inventarios para la clínica odontológica es necesario clasificar los productos que representan mayor impacto para la gestión de estos, para ello se establecen parámetros que permiten llegar a las familias más relevantes, a continuación, se mostrarán los procedimientos necesarios.

Actualmente la clínica cuenta con 70 familias de insumos, medicamentos y dispositivos nombradas de la siguiente manera.

- ACEITE
- ÁCIDO
- ACRÍLICO
- ADHESIVO
- AGUJAS
- ALGINATO
- ALGODÓN EN ROLLO TRENZADO
- APLICADORES
- BANDA PORTA MATRIZ X METRO
- BARRERAS GINGIVALES
- BOLSA P ESTERILIZAR 3-1/2" X 9" UNID
- BOTONES DE CEMENTACIÓN DIRECTA
- BRACKETS
- CADENETAS (Ft)
- CERA
- COLTOSOL PASTA POTE X 37 GRS
- CUBETAS
- CUCHILLA PARA BISTURY X 100 UNIDADES
- CUÑAS
- DESENSIBILIZANTE
- DETARTROL FCOX60CC
- DURALPIN UND
- ENZIDINA PLUS DETERGENTE MULTIE.GARX1000
- ESPONJA PARA EXODONCIA
- EXCAVADOR

- FLUOR NEUTRO
- GARHOX
- GLUTARALDEHIDO
- GUANTES DESECHABLES (pares)
- HEMOSTÁTICO
- HIDRÓXIDO DE CALCIO
- HILOS
- HIPOCLORITO DE SODIO ZONIDENT 1%
- IONOSIT
- KETAC
- LISTERINE * 1 GALON
- ONE COAT BOND ADHESIVO
- PAPEL
- PASTAS
- RELIX U200 RF A2 56878 ESTUCHE
- RESINAS
- RESORTE ABIERTO
- RETRACFAR
- SEPARADORES
- SILANO
- SILICONA
- SINGLE BOND
- SWISSTEC
- TAPABOCA DESECHABLE
- TUBOS
- VITREBOND (ML Y GR)
- YESOS DE PIEDRA
- PRILOCAINA 3%
- ROXICAINA LIDOCAINA 2%
- ABREBOCAS
- ARCOS
- BLANQUEAMIENTOS
- CAJAS PORTA RETENEDORES
- CEPILLOS
- CINTA PARA ESTERILIZAR
- ELASTICOS
- ENHANCE

- ESPATULA
- ESPEJO DE BOCA CORRIENTE
- EYECTORES
- FRESAS
- KITS PARA ODONTOLOGÍA
- LASTIES
- PUNTAS
- TIRAS

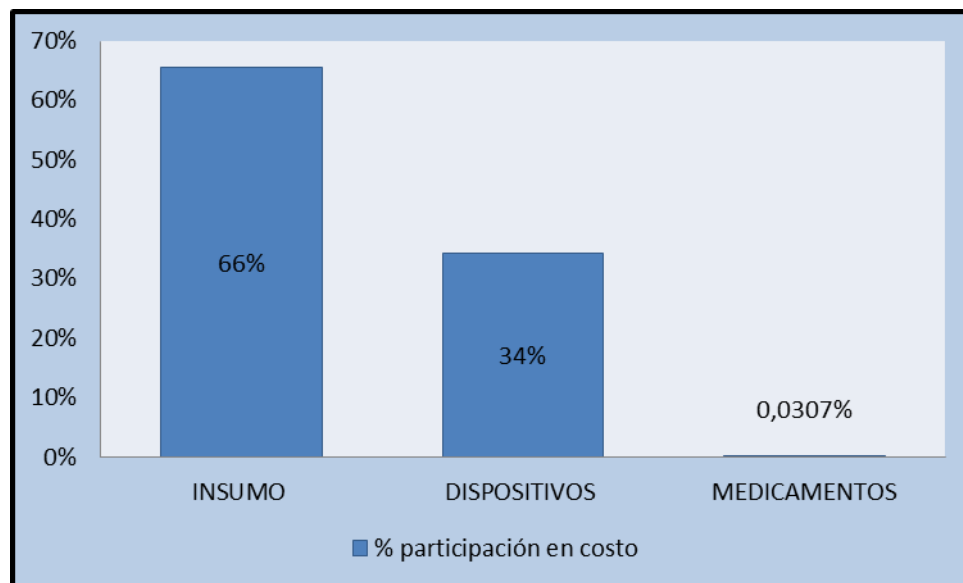
Para facilitar el registro la clínica clasifica los ítems en tres categorías que de acuerdo a su funcionalidad y almacenamiento pertenecen a insumos, medicamentos o dispositivos; las variables que se tuvieron en cuenta fueron las cantidades, costos y la participación porcentual en costos de cada una de las familias, de esta manera se agrupan las diferentes familias de productos en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación grupo de familias en la clínica odontológica.

Fuente. Elaboración propia, 2015

GRUPO	TOTAL, DE ITEMS POR GRUPO	COSTO TOTAL	% PARTICIPACIÓN EN COSTO
INSUMOS	135	\$ 358.888.187	66%
MEDICAMENTOS	2	\$ 167.900	0,03%
DISPOSITIVOS	62	\$ 187.966.868	34%
Total	199	\$ 547.022.955	100%

La tabla 8 muestra los grupos correspondientes a las diferentes familias de productos las cantidades de ítems que componen las familias, los costos totales del consumo por grupo y los porcentajes de participación en costo de consumo, cabe resaltar que existen diferencias entre la cantidad de ítems pertenecientes a las familias de productos, el gráfico 13 muestra los porcentajes de participación de cada grupo en el costo total.



Gráfica 13. Participación del grupo de ítems / Costo

Fuente. Elaboración propia, 2015

De los tres grupos de clasificación el que refleja mayor participación son los insumos con un porcentaje del 66%, por otro lado, el de menor participación son los medicamentos con apenas un 0,0307% de participación.

6.2 CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO¹

En el presente capítulo la clasificación ABC multicriterio se realiza a todas las familias de productos para cada grupo como explica la tabla anterior, para lograr la clasificación ABC de los productos odontológicos se utiliza la metodología propuesta por Parada (2009), por medio de una serie de pasos se puede determinar el tipo de familias más relevantes de la Organización teniendo en cuenta la importancia de los criterios establecidos por la clínica. Los parámetros o criterios que se consideran más relevantes en la gestión de productos odontológicos son:

¹Los datos estudiados del análisis ABC multicriterio, se encuentran en un archivo de Excel ® que se adjunta en este documento (CLASIFICACIÓN ABC CLINICA.xlsx).

- **Costo del inventario promedio (\$/12 meses).** Este criterio representa el costo promedio de las unidades que ingresaron en un año.
- **Costo del consumo (\$/12 meses).** Este criterio indica el costo de la cantidad de unidades consumidas en bodega a lo largo de un año.
- **Rotación del inventario (Veces/12 meses).** Este criterio muestra las veces que se reponen los inventarios en el año en términos de su costo.
- **Costo de adquisición (\$ unit*cant).** Este criterio indica el costo total de adquirir un producto en el año.
- **Criticidad.** Por medio de una matriz de criticidad propuesta y posteriormente aceptada, que busca medir el impacto de parámetros como: el riesgo para la seguridad de las personas, probabilidad de que las familias de productos fallen, impacto dentro del proceso odontológico, Familias con reemplazo, complejidad en la reparación de las familias de productos, familias de productos perecederos, impacto al medio ambiente (Ver explicación de los criterios Anexo 6)

6.2.1 Aplicación del método selectivo integral

Se realizará una clasificación ABC por familia y no por ítems teniendo en cuenta las características de estos. Permitiendo la ubicación adecuada de los medicamentos para asegurar su conservación, incluye las actividades de recepción, ubicación técnica en un espacio físico apropiado que facilite los procedimientos de control de calidad.

El proceso tiene como objetivo asegurar la calidad de los insumos de salud, procurando conservar sus características durante su permanencia dentro del almacén con el fin de que estos lleguen al paciente en condiciones óptimas para su uso y puedan ejercer la acción terapéutica esperada, estableciendo las condiciones físicas, higiénicas y de infraestructura necesaria, conjugando actividades de recepción, clasificación, ubicación y la eventual manipulación y control de existencia de los suministros.

El primer paso consiste en aplicar la clasificación para cada uno de los grupos de familias: insumos, medicamentos y dispositivos, con los parámetros ya establecidos se define la zona de clasificación de estos. Para definir cada una de las zonas de clasificación se tiene presente la explicación de Vidal (2010), donde especifica el 80%, 15% y 5% corresponden a las zonas A, B y C respectivamente.

Se realiza la clasificación ABC para cada uno de los parámetros que enmarcan un impacto sobresaliente en el manejo y control de inventarios de la clínica odontológica del centro del Valle del Cauca. Como lo son sus respectivos costos de inventario promedio, consumo y adquisición; su rotación y los diferentes factores críticos que estos ítems presentan durante la cadena logística de la clínica, en las siguientes tablas se presenta de manera resumida el resultado del método de clasificación y se identifica las amplitudes de por cada clase de familia.

- **Costo del inventario promedio (\$/12 meses)**

Tabla 9. Clasificación ABC monocriterio – Costo de inventarios promedios.

Fuente. Elaboración propia, 2015.

Resumen Inventario Promedio al costo		
Clases de Familias	Número de ítems	Amplitud zonas
Clase A	14	78%
Clase B	18	17%
Clase C	38	5%
Total	70	
Familias de mayor participación en la zona A	BRACKETS	25%
Familias de menor participación en la zona A	IONOSIT	2%

- **Costo del consumo (\$/12 meses)**

Tabla 10. Clasificación ABC monocriterio – Costo de consumos.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Resumen Consumo		
Clases de Familias	Número de ítems	Amplitud zonas
Clase A	15	79%
Clase B	17	16%
Clase C	38	5%
Total	70	
Familias de mayor participación en la zona A	BRACKETS	24%
Familias de menor participación en la zona A	ALGINATO	2%

- Rotación del inventario (Veces/12 meses)

Tabla 11. Clasificación ABC monocriterio – Rotación de Inventarios.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Resumen Rotación		
Clases de Familias	Número de ítems	Amplitud zonas
Clase A	44	80%
Clase B	17	15%
Clase C	9	5%
Total	70	
Familias de mayor participación en la zona A	DURALPIN UND	15%
Familias de menor participación en la zona A	CADENETAS (Ft)	1%

- Costo de adquisición (\$ unit*cant)

Tabla 12. Clasificación ABC monocriterio – Costo de adquisición.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Resumen Costo Adquisición		
Clases de Familias	Número de ítems	Amplitud zonas
Clase A	15	79%
Clase B	16	16%
Clase C	39	5%
Total	70	
Familias de mayor participación en la zona A	BRACKETS	24%
Familias de menor participación en la zona A	ALGINATO	2%

- Criticidad

Tabla 13. Clasificación ABC monocriterio – Criticidad.

Fuente. Elaboración propia, 2015.

Resumen Criticidad		
Clases de Familias	Número de ítems	Amplitud zonas
Clase A	38	54%
Clase B	17	23%
Clase C	15	23%
Total	70	
Producto de mayor participación en la zona A	Familias Tipo Altas	1,43%
Producto de menor participación en la zona A	Familias Tipo Criticos	7,14%

El parámetro de criticidad se desarrolla bajo unos niveles de calificación definidos por el equipo de odontólogos y el estudio de las características de cada familia de ítems, asignando

los valores correspondientes a cada uno de estos. Priorizando sobre las familias más críticas y organizándolo de la siguiente manera:

Los ítems clase A: son las familias tipos críticas y altas.

Los ítems clase B: son las familias tipo medias.

Los ítems clase C: son las familias tipo bajas.

6.2.1.1 Cálculo de los factores de ponderación

Para formular la regla de decisión que asigna el código selectivo integral, el primer paso consiste en realizar la matriz de factores de ponderación que relaciona las zonas A, B y C con los parámetros elegidos, la siguiente tabla muestra el resultado en unidades porcentuales de la amplitud en cada zona para cada parámetro utilizado.

Tabla 14. Matriz de factores de ponderación.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Parámetros	Zonas		
	A	B	C
Inventario Promedio	78%	17%	5%
Consumo	79%	16%	5%
Rotación	80%	15%	5%
Costo de Adquisición	79%	16%	5%
Criticidad	54%	23%	23%

6.2.1.2 Cálculo de los intervalos de clasificación

A través de la matriz de factores de ponderación se obtiene el valor máximo y mínimo de los intervalos donde el máximo es la suma de los porcentajes pertenecientes a la zona A, y el mínimo corresponde al total porcentual de la zona C, el ACL indica el ancho entre las zonas A, B y C, su valor corresponde a la diferencia entre el máximo y el mínimo dividido entre el número de zonas, a continuación, se muestra el resultado de estos valores en la tabla 15.

Tabla 15. Intervalos de clasificación.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Valor Máximo	371%
Valor Mínimo	43%
ACL	109%

6.2.1.3 Puntuación de cada familia

La suma total del factor de ponderación de cada familia en cada parámetro asignado, determina la puntuación total de cada factor; a continuación, se cita un ejemplo para los ítems pertenecientes a los grupos de Insumos, Medicamentos y Dispositivos, la familia del Algodón en rollo trenzado se encuentra en la zona A de los 5 criterios considerados:

Puntuación familia del Brackets = 78% + 79% + 80% + 79% + 54% = 371%

De acuerdo con a la puntuación obtenida se establecen los rangos de clasificación a las diferentes zonas de la siguiente manera:

Tabla 16. Puntuación por familias

Fuente. Elaboración propia, 2015

Para Clase A si:		
$V_{max} - ACL \leq Pk \leq V_{max}$	$370,63\% - 109,28\% \leq Pk \leq 370,63\%$	$261,35\% \leq Pk \leq 370,63\%$
Para Clase B si:		
$V_{min} + ACL \leq Pk \leq V_{max} - ACL$	$42,79\% + 109,28\% \leq Pk \leq 370,63\% - 109,28\%$	$152,07 \leq Pk \leq 261,35\%$
Para Clase C si:		
$V_{min} \leq Pk \leq V_{min} + ACL$	$42,79\% \leq Pk \leq 370,63\% + 109,28\%$	$42,79\% \leq Pk \leq 152,07\%$

Este procedimiento también es aplicado a las 3 familias restantes de mayor relevancia para la Clínica Odontológica, refiriéndose a las familias que corresponden a la zona A (Ver clasificación multicriterio en Tabla 17). (Los resultados de la clasificación multicriterio se encuentran en el Anexo 7)

Tabla 17. Clasificación multicriterio, Familias clase A

Fuente. Elaboración Propia, 2015

Codigo	Descripción	Inventario promedio		Consumo		Rotación de inventario		Costo de adquisición		Críticidad		Puntuación Vector	Clase final de Familia
1103	ADHESIVO	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	371%	A
2102	BRACKETS	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	371%	A
3107	GUANTES DESECHABLES (pares)	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	371%	A
1126	IONOSIT	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	371%	A
1139	SINGLE BOND	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	371%	A
2302	ARCOS	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	B	23%	339%	A
2104	EXPLORADOR	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	B	23%	339%	A
1305	KITS PARA ODONTOLOGIA	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	C	23%	339%	A
1133	RESINAS	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	B	23%	339%	A
2107	TUBOS	A	78%	A	79%	A	80%	A	79%	C	23%	339,20%	A
3102	ALGINATO	B	17%	A	79%	A	80%	A	79%	A	54%	310%	A
1301	BLANQUEAMIENTOS	A	78%	A	79%	B	15%	A	79%	A	54%	305%	A
1304	FRESAS	A	78%	A	79%	C	5%	A	79%	A	54%	295%	A
2106	SEPARADORES	A	78%	A	79%	B	15%	A	79%	C	23%	273%	A
2305	ELASTICOS	C	5%	A	79%	A	80%	A	79%	C	23%	267%	A

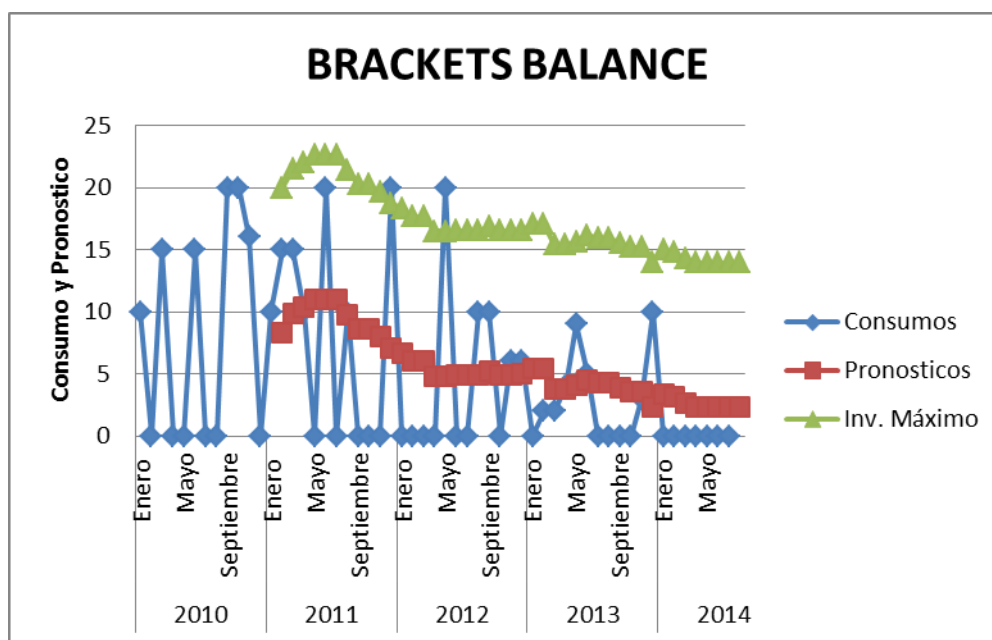
Al desagregar las 15 familias que pertenecen a la clase A se tienen 25 ítems catalogados como los de mayor impacto en la gestión de productos de la Clínica Odontológica. Algunas de estas son muy pequeñas debido a la tipología y características de los ítems, por esta razón la diferencia entre las familias y el número de ítems no es amplio.

7 DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS

Al realizar la clasificación ABC de las 70 familias, la tipo A muestra los 25 ítems más representativos para la clínica odontológica, en este punto algunos de los productos que se clasificaron en la categoría de los A se excluyen en conciliación con el equipo de la clínica odontológica, dado que próximamente no se continuarán utilizando en la prestación de los diferentes servicios de la clínica, los ítems excluidos del pronósticos son: adhesivo ionomero de vidrio, adhesivo ionomero de vidrio líquido, bracket ll 31, bracket ll 32, bracket ll 33, bracket ll 34, bracket ll 35, bracket ll 4, bracket ll 44, bracket lr 1/2, bracket lr 3, bracket lr 42, bracket lr 43, bracket lr 44, bracket lr 45, bracket molar cementación directa 0,22, bracket ul 23, bracket ul 24, bracket ul 25, bracket ul 4/5, bracket ur 11, bracket ur 13, bracket ur 14, bracket ur 15, bracket ur 4/5, brackets roth monoblock, brackets advance royaldent roth 0.22, brackets balance ll1/2, brackets balance ll3, brackets balance ll4, brackets balance ll5, brackets balance lr3, brackets balance lr4, brackets balance lr5, brackets balance ul1, brackets balance ul2, brackets balance ul4/ul5, brackets balance ur1, brackets balance ur2, brackets balance ur4/ur5, brackets inovation autoligadoroth 0,22 con tubos y arcos, brackets royaldent 0,22 juegos superiores, brackets royaldent 13, brackets royaldent advans, brackets royaldent advans unidades, brackets tecnident roth reposición, single bond, arco acero 0,16 inf, arco acero 0,16 sup, arco acero 0,18 inf, arco acero 0,18 sup, arco acero 16 x 22 inf, arco acero 17 x 25 inf, arco acero 19 x 25 sup, arco niti 17 x 25 inf, arco niti 19 x 25 inf, arco niti 19 x 25 sup, arco niti termoactivo 0,16 inf, excavador doble fig 17 = fig 243, explorador doble no. 5, kit de ortodoncia, kit estudiantil resina, kit lasties en llave, kit resina de autocurado para ortodoncia, kit resina light bond, kit single bond 3gr + desm 5 ml, kits de ortodoncia, resin 74, resina filtek z350 xt, resina p60 a3, resina p60 b2, resina p60 bolx2 b2-a3, resina p60 c2, resina z100 a3, tubo ortop roth cd ll, tubo ortop roth cd lr, tubo ortop roth cd ul, tubo ortop roth cd ur, tubos de soldar sencillo roth 0,22, alginato algimayor, alginato alginplus fast (jeltrate), alginato croma print, alginato jeltrate chromatic bls x 454 gr, blanqueamiento polaoifice, blanqueamiento polaoifice barrera gigival, fresa de pisso ra no.1, fresa de pisso ra no.2, fresa diamante p talla fg 882-012, fresa diamante para operatoria fg (801010), fresa diamante para operatoria fg (801012), fresa para quitar resina de ortodoncia, fresa quirurgica de zekrya, separadores, elásticos interdetales 1/8, elásticos interdetales 3/16, elásticos interdetales 3/16 mediun. Este capítulo explica cómo se definen los sistemas para pronosticar el consumo teniendo en cuenta los patrones históricos; también se implementa una metodología combinada de mucha utilidad para concluir pronósticos, por otro lado, el cálculo del inventario de seguridad teniendo en cuenta el nivel de servicio requerido para cumplir con satisfacción los requerimientos reales de productos durante la simulación.

7.1 ANALISIS DE LA DEMANDA

Para el análisis de la demanda se hace necesario obtener los datos históricos del registro de salidas de productos de bodega, en este caso se utilizaron los registros históricos de los periodos mensuales desde el año 2009 al 2014 que posee la Clínica Odontológica; posteriormente se realizó el análisis de la tendencia de la demanda por medio de gráficas para ilustrar el patrón de demanda y se calcula el coeficiente de variación para apoyar la selección del sistema de pronóstico adecuado, a continuación se mostrará el comportamiento del Consumo, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronósticos de Consumo para los Brackets Balance, los demás comportamientos para los ítems restantes se encuentran en los anexos.(anexo 8 al anexo 32).



Gráfica 14. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance

Fuente. Elaboración Propia, 2015

- **Brackets balance.** Este producto muestra un comportamiento errático en el consumo, el 65% de los consumos fueron nulos. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 8)

- **Brackets balance UL1.** Este producto muestra un comportamiento errático en el consumo, tiene largos periodos con un consumo nulo, tiene una leve tendencia a incrementar, tiene altas frecuencias con un consumo nulo, el 82% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 9)
- **Brackets balance UL3.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 85% de los registros en consumo, desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 10)
- **Brackets balance UR1.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 82% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 11)
- **Brackets balance UR3.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 85% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 12)
- **Brackets royaldent 0,22.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 72% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 13)
- **Arco acero 16 x 22 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 83% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 14)
- **Arco acero 17 x 25 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia decreciente, tiene frecuentes periodos con consumo nulo los cuales representan el 85% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 15)
- **Arco niti 0,12 inf.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 67% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 16)

- **Arco niti 0,12 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 54% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 17)
- **Arco niti 0,14 inf.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 61% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 18)
- **Arco niti 0,14 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 64% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 19)
- **Arco niti 0,16 inf.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 63% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 20)
- **Arco niti 0,16 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia decreciente, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 58% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 21)
- **Arco niti 0,18 inf.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 69% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 22)
- **Arco niti 0,18 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene pocos periodos con consumo nulo los cuales representan el 63% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 23)
- **Arco niti 16 x 22 inf.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 71% de los

registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 24)

- **Arco niti 16 x 22 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 63% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 25)
- **Arco niti 17 x 25 sup.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia decreciente, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 86% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 26)
- **Blanqueamiento nite White.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia decreciente, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 81% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 27)
- **Guantes desechables.** Este producto presenta un comportamiento estable en el consumo, tiene algunos meses con consumo nulo los cuales representan el 35% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 28)
- **Ionosit.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 72% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 29)
- **Resina Z100 A2.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia creciente, tiene algunos periodos largos con consumo nulo los cuales representan el 83% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 30)
- **Single bond (adhesivo).** Este producto presenta un comportamiento estable en el consumo, tiene largos periodos con consumo nulo los cuales representan el 86% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 31)

- **Tubos de cementación directa roth.** Este producto presenta un comportamiento errático en el consumo con una leve tendencia decreciente, tiene algunos periodos con consumo nulo los cuales representan el 54% de los registros en consumo desde el 2009 es nulo. (Ver comportamiento del producto en el Anexo 32)

A partir de las descripciones de los comportamientos históricos en consumos se presenta que todos comparten las características de un patrón errático, dado a los frecuentes periodos con consumo nulo, posteriormente se realizan los pronósticos de consumo de los ítems, sin embargo para abordar este tipo de comportamiento se hace necesario utilizar el sistema combinado, que agrupa el valor de pronóstico de los sistemas convencionales, teniendo presente que el error cuadrático medio (ECM) debe ser mínimo.

7.2 DETERMINACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS²

Para comenzar a realizar los pronósticos de los ítems clase A se tiene presente el resultado descrito en el capítulo anterior. El análisis histórico del consumo de los ítems evidenció un comportamiento errático que validó el resultado del *coeficiente de variación* que es de 2,176 (ver tabla 18), esto se presenta principalmente cuando existen frecuentes periodos de consumo cero, bajo estas condiciones se dificulta la utilización de los sistemas de pronósticos convencionales.

Tabla 18. Coeficientes de variación en los ítems tipo A.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Items	Demanda Promedio	Desviación estandar	Coeficiente de Variación	Tipo de demanda
BRACKETS BALANCE	3,9306	6,4510	1,6412	Erratica
BRACKETS BALANCE UL1	1,0694	3,5656	3,3341	Erratica
BRACKETS BALANCE UL3	0,9167	3,3932	3,7017	Erratica
BRACKETS BALANCE UR1	0,9861	3,3714	3,4188	Erratica
BRACKETS BALANCE UR3	0,8889	3,3591	3,7789	Erratica
BRACKETS ROYALDENT 0,22	3,8750	6,6012	1,7035	Erratica
ARCO ACERO 16 X 22 SUP	5,1389	13,4262	2,6127	Erratica
ARCO ACERO 17 X 25 SUP	3,0556	8,1602	2,6706	Erratica
ARCO NITI 0,12 INF	7,7778	12,1287	1,5594	Erratica
ARCO NITI 0,12 SUP	13,8750	19,0181	1,3707	Erratica
ARCO NITI 0,14 INF	10,0000	14,2414	1,4241	Erratica
ARCO NITI 0,14 SUP	9,3056	14,7588	1,5860	Erratica
ARCO NITI 0,16 INF	11,8056	20,1632	1,7079	Erratica
ARCO NITI 0,16 SUP	12,0833	17,4370	1,4431	Erratica
ARCO NITI 0,18 INF	6,5278	11,1532	1,7086	Erratica
ARCO NITI 0,18 SUP	8,8889	14,6850	1,6521	Erratica
ARCO NITI 16 X 22 INF	7,0833	12,9395	1,8267	Erratica
ARCO NITI 16 X 22 SUP	9,7222	14,5324	1,4948	Erratica
ARCO NITI 17 X 25 SUP	2,7778	8,9162	3,2098	Erratica
BLANQUEAMIENTO NITE WITE	1,0417	2,6079	2,5036	Erratica
GUANTES DESECHABLES	9,5833	8,7962	0,9179	no determinac
IONOSIT	0,4306	0,7659	1,7789	Erratica
RESINA Z100 A2	0,2639	0,6278	2,3791	Erratica
SINGLE BOND (ADHESIVO)	0,6806	1,7748	2,6079	Erratica
TUBOS DE CEMENTACION DIRECTA ROTH	34,1944	49,8473	1,4578	Erratica
		Promedio	2,1396	

² Los datos estudiados para determinar los sistemas de pronóstico , se encuentran en un archivo de Excel ® que se adjunta en este documento (PRONOSTICOS CLINICA.xlsx)

Para determinar los sistemas de pronósticos más adecuados para el comportamiento errático se propone seguir los siguientes pasos:

I Aplicar los sistemas convencionales a todos los ítems: Suavización Exponencial Doble, Suavización Exponencial Simple, Promedio Móvil y Croston, utilizando como punto de partida el horizonte de tiempo permitido con la información obtenida del consumo; donde la cantidad de datos históricos varían de acuerdo a la restricción de implica el método de Croston de iniciar y terminar con un dato mayor a cero y para realizar la simulación con el método de Promedio Móvil se tuvo presente el cálculo de N-óptimo que fue hallado entre el rango de 12 meses.

Ejemplo: En la simulación se está tomando como datos históricos los registros de los últimos 12 meses; para el caso del Brackets Balance se está utilizando el registro histórico de los últimos 13 meses para emplear el método de Croston y en los convencionales, excepto para el caso del Promedio Móvil que debe iniciar con un histórico de 9 meses siendo este el valor óptimo para tener el más pequeño error cuadrático medio (ECM).

II Para la optimización de los sistemas de pronóstico Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Croston se hizo por medio de la herramienta *Solver* de Microsoft Excel 2010, teniendo en cuenta las restricciones de no negatividad y el intervalo de alpha que según Vidal (2010) la experiencia ha establecido se encuentra entre $0,01 \leq \alpha \leq 0,3$, la finalidad es minimizar el ECM en cada uno de los sistemas mencionados, y para el caso del Promedio Móvil el óptimo es el N (número de consumos históricos) para el cual el error cuadrático medio sea mínimo.

III Después de tener los sistemas optimizados, se le asigna a cada dato pronosticado el peso correspondiente a la importancia de su sistema, con la intención de establecer el pronóstico combinado. Estos pesos fueron optimizados con la herramienta *Solver* de Microsoft Excel 2010, con el objetivo de minimizar el *ECM* del pronóstico bajo las restricciones básicas de no negatividad y la suma de los pesos igual a 1.

En la Tabla 19, se muestran los resultados obtenidos por cada sistema particular y el porcentaje de participación asignado a cada uno en los sistemas de pronóstico combinado respectivamente.

Tabla 19. Participación de cada Pronóstico dentro de la Combinación Lineal Convexa
Fuente. Elaboración Propia, 2015

GRUPOS	ITEMS	PARTICIPACIÓN			
		P. Movil	S. Simple	S. Doble	Croston
INSUMOS	BRACKETS BALANCE	54%	0%	0%	46%
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL1	0%	0%	100%	0%
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL3	0%	100%	0%	0%
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR1	40%	0%	54%	6%
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR3	0%	0%	100%	0%
INSUMOS	BRACKETS ROYALDENT 0,22	61%	0%	15%	23%
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 16 X 22 SUP	0%	0%	100%	0%
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 17 X 25 SUP	9%	88%	0%	3%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 INF	86%	0%	0%	14%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 SUP	47%	53%	0%	0%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 INF	31%	0%	0%	69%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 SUP	100%	0%	0%	0%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 INF	0%	52%	0%	48%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 SUP	84%	0%	0%	16%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 INF	54%	0%	0%	46%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 SUP	0%	0%	0%	100%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 INF	56%	44%	0%	0%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 SUP	0%	100%	0%	0%
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 17 X 25 SUP	0%	54%	0%	46%
DISPOSITIVOS	BLANQUEAMIENTO NITE WITE	7%	0%	87%	6%
INSUMOS	GUANTES DESECHABLES	54%	0%	0%	46%
INSUMOS	IONOSIT	65%	35%	0%	0%
INSUMOS	RESINA Z100 A2	77%	0%	0%	23%
INSUMOS	SINGLE BOND (ADHESIVO)	0%	0%	0%	100%
INSUMOS	TUBOS DE CEMENTACION DIRECTA ROTH	100%	0%	0%	0%

Teniendo en cuenta el indicador básico de análisis con el cual se elaboró la optimización de los pronósticos (*ECM*), se evidencia que en la mayoría de los casos el pronóstico recomendado fue el sistema de combinación lineal convexa, dado que éste presentó un *ECM* inferior o igual al de los sistemas convencionales. (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Error Cuadrático Medio de cada Sistema de Pronostico.

Fuente. Elaboración Propia, 2015

GRUPOS	ITEMS	PRONOSTICO					N-Optimo
		P. Movil	S. Simple	S. Doble	Croston	Combinado	
INSUMOS	ALGODÓN EN ROLLO TRENZADO	764248,0843	772840,2083	812328,4610	774946,4530	761866,7148	12
INSUMOS	BRACKETS BALANCE	36,3136	37,8507	45,5357	36,4631	35,8808	9
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL1	9,7601	8,5352	7,2912	8,7364	7,2912	6
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL3	10,5877	7,3435	8,0236	10,2809	7,3435	6
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR1	6,0764	6,3051	5,7473	6,3374	5,5095	23
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR3	9,8543	8,5895	7,4075	9,1086	7,4075	26
INSUMOS	BRACKETS ROYALDENT 0,22	23,8402	24,7478	26,1153	40,6511	21,9751	12
INSUMOS	ESPONJA PARA EXODONCIA	10465,6863	9921,8086	11124,4857	9887,9710	9793,2762	20
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 16 X 22 SUP	296,0492	285,2039	277,8357	289,0395	277,8357	27
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 17 X 25 SUP	49,3526	48,0311	56,5758	53,3004	47,3801	12
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 INF	151,0000	154,2052	158,5349	157,7303	150,8081	15
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 SUP	439,0713	437,6864	455,0253	450,1951	432,5446	15
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 INF	230,7466	237,1051	247,6966	229,2072	232,4939	12
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 SUP	217,9492	233,3603	238,4596	226,7228	221,2759	12
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 INF	798,1132	533,2104	548,0291	533,6292	531,1080	16
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 SUP	275,2881	293,6881	338,4651	296,1522	275,2484	12
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 INF	138,7119	137,9419	146,8858	139,9869	135,4051	13
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 SUP	272,5962	254,3222	299,5517	253,1475	253,1474	13
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 INF	157,6327	159,1895	175,9554	164,2376	155,0945	13
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 SUP	213,1154	201,9081	233,0193	231,0977	201,9081	12
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 17 X 25 SUP	37,5365	34,2687	46,9764	2,7468	33,2359	13

7.3 CALCULO DEL INVENTARIO DE SEGURIDAD³

Para hallar el inventario de seguridad de cada ítem tipo A se obtuvo información de variables como el tiempo de reposición, el nivel de servicio deseado y el tipo de revisión del inventario.

7.3.1 Tiempo de reposición (L). Este dato corresponde al tiempo que dura en reponer el inventario, obtenido a partir de la información recopilada en las entrevistas realizadas a los encargados de la gestión de los productos Odontológicos.

En la clínica se realizan una serie de actividades de compra y recepción para cada tipo de producto, estas actividades por lo general duran 1 mes.

7.3.2 Nivel de servicios (NS). La política de nivel de servicio establecida por la empresa es del 99.7%, de manera que la empresa se encuentra en capacidad de asumir una probabilidad del 0,3% de incurrir en faltantes de inventario. En el gráfico citado anteriormente, se puede inferir que el comportamiento del inventario máximo con un nivel de servicio del 99,7% garantiza la satisfacción de las demandas en la mayoría de las semanas objeto de estudio.

7.3.3 Definición del tipo de revisión. Vidal (2010, p.55) enfatiza que para ítems clase A el método de revisión continua es el más indicado, ya que son ítems de gran impacto para la empresa. De este modo, se obtiene el inventario de seguridad (*IS*) utilizando la Ec. (22). Es importante destacar que, si se tiene en cuenta la proporcionalidad de la ecuación, los productos que presentan un *IS* alto, es debido a la alta variabilidad de los datos analizados y los tiempos de reposición prolongados por parte de los proveedores.

³ Los datos estudiados para el cálculo del inventario de seguridad, se encuentran en un archivo de Excel ® que se adjunta en este documento (PRONOSTICOS CLINICA.xlsx)

8. DETERMINACIÓN DE LA POLITICA DE CONTROL⁴

Para la determinación de la política de control de inventario más apropiada que logre reducir los costos totales de inventario en el área del almacén de la clínica del centro del Valle del Cauca, se presenta la metodología empleada para darle cumplimiento a esta etapa del proyecto. Para ello, se realiza una comparación entre los costos asociados al CTR del sistema actual y el propuesto.

8.1 COSTOS DE INVENTARIO

Teniendo en cuenta el comportamiento del inventario y las políticas de costos manejadas por la clínica odontológica, se realizan cálculos mediante el inductor de costo para determinar el costo de mantenimiento, ordenamiento y faltantes de inventario.

8.1.1 Costo de mantenimiento del inventario. Al interior de estos costos, se encuentran incluidos los asociados al movimiento, mantenimiento y administración de los ítems existentes dentro del almacén de la clínica odontológica. Para el cálculo de costo de mantenimiento de inventario se analizaron los costos de almacenamiento y manejo de inventario.

8.1.2 Costo de Almacenamiento. Dado que el almacén de la clínica se encuentra en su interior, cuenta con un área total de 23 m². Los datos asociados al costo de almacenamiento se resumen en la Tabla 21:

Tabla 21. Costo de Almacenamiento.
Fuente: Elaboración propia, 2015

Descripción	valor
Area total m ²	175
Area de almacenamiento m ²	23
costo de servicios publicos (\$/mes)	\$ 987.000
Sueldo del auxiliar encargado (\$/mes)	\$ 1.800.000
Costo total de almacenamiento (\$/meses)	\$ 2.787.000

⁴ Los datos estudiados para determinar la política de control, se encuentran en un archivo de Excel[®] que se adjunta en este documento (POLITICAS DE INVENTARIO.xlsx)

8.1.3 Costo de manejo del inventario. Actualmente el almacén de la clínica, cuenta con una Auxiliar encargada, con sus respectivas prestaciones sociales y aportes parafiscales. De esta manera, el salario básico mensual para la persona mencionada es \$1.800.000. Se puede determinar entonces que el costo total asociado a la M.O en el área del almacén es \$1.800.000, el cual hace parte del cálculo de los costos de almacenamiento.

8.1.4 Tasa del costo de mantenimiento del inventario. r. Calculados los costos asociados al mantenimiento de los ítems existentes en el almacén de la clínica, resulta posible determinar su tasa de mantenimiento arrojando su proporción entre el costo promedio de las existencias. Por consiguiente, la sumatoria de los costos asociados mencionados es de \$1.800.000. La siguiente Tabla presenta los costos asociados al mantenimiento del inventario y la tasa r de su costo.

Tabla 22. Costos asociados al mantenimiento del Inventario.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Tabla del costo de mantenimiento (r)	
Costo total de almacenamiento (\$/mes)	\$ 2.787.000
Total (\$/mes)	\$ 2.787.000,00
Valor del inventario promedio (mes)	\$ 8.922.468,21
Tasa r (%/meses)	31,24%

8.1.5 Costo de Ordenamiento. Para los costos de emitir una orden, se contemplan los asociados con los movimientos realizados en cada compra que realiza la entidad objeto de estudio, como también información y transacciones necesarias para la emisión del pedido al respectivo proveedor.

En la clínica odontológica, el proceso de ordenamiento inicia con el diligenciando virtualmente del formato de pedidos y envío a las empresas participantes del proceso de selección de proveedores por medio de correo electrónico; luego son impresos dichos formatos y finalmente almacenados en el archivo.

En la tabla 23 se muestran las consideraciones requeridas para obtener el cálculo del costo de ordenamiento.

Tabla 23. Consideraciones Costos de Ordenamiento.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Costos de formatos	
Costos de talonario de requisición	\$ 6.500,00
Hojas por talonario	\$ 50,00
Costo por hojas de requisición	130
Costo por resma de papel	\$ 7.600,00
Hojas por resma de papel	500
Valor por hojas de papel	\$ 15,20
Cantidad hojas por formato impreso	15
Valor hojas impresas de formato	\$ 228,00
Costo total formatos	\$ 358,00
Costos fijos de transmisión del pedido	
Internet banda ancha	\$ 120.000,00
Costo telefonía fija nacional	\$ 150.000,00
Consumo promedio minuto/mes	1000
valor por minuto	\$ 150,00
Duración promedio llamada por pedido	4
Costo de llamadas por orden n	\$ 600,00
Costo total de ordenamiento	\$ 120.958,00
Promedio ordenes/12 meses	56
Costo por orden	\$ 2.159,96

8.1.6 Costo de Faltantes. Al ser la clínica odontológica una entidad que presta servicios de salud oral en el instante de no tener algunos ítems esenciales para el desarrollo de las actividades el costo de faltante de este se ve reflejado en no poder brindar el servicio deseado, por esta razón el costo del faltante de un ítem se relaciona con la utilidad que se deja de percibir por no proporcionar el servicio, es importante destacar además que en la clínica tampoco se registran órdenes o pedidos perdidos, entonces, para determinar el costo de faltantes para el periodo de análisis (12 meses) se utilizará el costo conocido como B2 (\$/unidad de faltante). La siguiente Tabla resume los Ítems Clase A y su Costo de Faltante/Unidad en el periodo de 12 meses.

Tabla 24. Costo de faltantes/12 meses.

Fuente. Elaboración propia, 2015

PRODUCTOS TIPO A		Total faltas (12 meses)	Precio del Servicio	Costo Faltante Total (12 meses)
Grupo	Items			
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 16 X 22 SUP	10	\$ 22.695	\$ 226.948
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 17 X 25 SUP	4	\$ 22.695	\$ 90.779
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 INF	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 SUP	115	\$ 22.695	\$ 2.609.896
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 INF	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 SUP	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 INF	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 SUP	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 INF	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 SUP	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 INF	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 SUP	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 17 X 25 SUP	0	\$ 22.695	\$ -
DISPOSITIVOS	BLANQUEAMIENTO NITE WITE	0	\$ 107.228	\$ -
INSUMOS	BRACKETS BALANCE	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL1	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL3	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR1	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR3	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	BRACKETS ROYALDENT 0,22	3	\$ 22.695	\$ 68.084
INSUMOS	GUANTES DESECHABLES	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	IONOSIT	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	RESINA Z100 A2	2	\$ 22.799	\$ 45.599
INSUMOS	SINGLE BOND (ADHESIVO)	0	\$ 22.695	\$ -
INSUMOS	TUBOS DE CEMENTACION DIRECTA ROTH	0	\$ 22.695	\$ -
Costo faltante 12 meses				\$ 3.041.306

8.2 CÁLCULO DEL CTR REAL O PUNTO DE COMPARACIÓN.

El costo total relevante (CTR) se calculó teniendo en cuenta los costos determinados en el capítulo anterior (Tasa del costo de mantenimiento, costo de ordenamiento y costo de faltante) y el costo total relevante de cada uno de los productos. (Ver Tabla 25).

Tabla 25. Costo Total de Inventario/ 12 meses.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Costo total inventario por 12 meses					
Grupo	Nombre	Inv anual	Valor unitario	Tasa r	Costo de mantenimiento por producto
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 16 X 22 SUP	618	\$ 1.787	31,24%	\$ 344.799,52
DISPOSITIVOS	ARCO ACERO 17 X 25 SUP	141	\$ 2.750	31,24%	\$ 121.295,52
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 INF	284	\$ 3.204	31,24%	\$ 283.776,78
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,12 SUP	508	\$ 3.204	31,24%	\$ 507.954,52
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 INF	935	\$ 3.204	31,24%	\$ 935.524,88
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,14 SUP	337	\$ 3.204	31,24%	\$ 337.266,96
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 INF	821	\$ 6.530	31,24%	\$ 1.675.184,19
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,16 SUP	311	\$ 6.530	31,24%	\$ 633.886,81
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 INF	268	\$ 3.204	31,24%	\$ 268.013,67
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 0,18 SUP	587	\$ 3.204	31,24%	\$ 587.207,41
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 INF	297	\$ 2.750	31,24%	\$ 254.859,56
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 16 X 22 SUP	877	\$ 2.750	31,24%	\$ 753.341,74
DISPOSITIVOS	ARCO NITI 17 X 25 SUP	131	\$ 8.936	31,24%	\$ 364.936,98
DISPOSITIVOS	BLANQUEAMIENTO NITE WHITE	51	\$ 110.000	31,24%	\$ 1.762.367,66
INSUMOS	BRACKETS BALANCE	206	\$ 950	31,24%	\$ 61.128,37
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL1	144	\$ 950	31,24%	\$ 42.644,60
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UL3	151	\$ 950	31,24%	\$ 44.907,19
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR1	153	\$ 950	31,24%	\$ 45.452,91
INSUMOS	BRACKETS BALANCE UR3	142	\$ 950	31,24%	\$ 42.050,98
INSUMOS	BRACKETS ROYALDENT 0,22	108	\$ 6.874	31,24%	\$ 231.894,57
INSUMOS	GUANTES DESECHABLES	490	\$ 12.000	31,24%	\$ 1.835.684,84
INSUMOS	IONOSIT	36	\$ 154.195	31,24%	\$ 1.746.078,94
INSUMOS	RESINA Z100 A2	36	\$ 35.000	31,24%	\$ 390.557,49
INSUMOS	SINGLE BOND (ADHESIVO)	47	\$ 133.200	31,24%	\$ 1.963.184,83
INSUMOS	TUBOS DE CEMENTACION DIRECTA ROTH	1343	\$ 6.142	31,24%	\$ 2.576.118,97
				TOTAL	\$ 17.810.119,86

8.3 PROPUESTA DE POLÍTICA DE CONTROL DE INVENTARIO Y CTR ASOCIADO

La etapa de la elaboración de la política de control de inventario más adecuada para los ítems tipo A se enmarcó en cuatro sistemas: tres que según Vidal (2010) son utilizados frecuentemente en la práctica, los cuales son: el sistema (s,Q), el sistema (s,S), el sistema (s,Q) con nivel de servicio P2 conocido; y el cuarto es presentado por Ballou (2004) quien expresa que este modelo se presenta actualmente en el 50% de los productos de las empresas, el sistema de control Min-Max para demanda errática. Los cuatro sistemas de control mencionados solucionan de manera eficiente las problemáticas que pretenden resolver un sistema de control: ¿Cuánto Ordenar?, ¿Cuándo ordenar? y ¿Con que frecuencia revisar el nivel de inventario? Por ser un sistema de control continuo su revisión se realiza cada vez que exista una entrada y una salida del ítem.

Es importante aclarar que en todas las políticas de control continuo suponen que siempre que el inventario efectivo sea menor o igual al punto de reorden se debe emitir un nuevo pedido. Igualmente, dentro del análisis realizado a los productos clase A, se decidió omitir la aplicación de métodos que toleraran demanda determinística, debido que en el caso objeto de estudio se presenta una demanda aleatoria.

8.3.1 Metodología para la selección del sistema. En primer lugar se calcularon las variables requeridas para simular cada sistema de control continuo (s,Q), se determinó la cantidad económica de pedido (EOQ) y el punto de reorden teniendo presente las variables básicas deducidas como: costo del producto (V), el costo de ordenamiento (A), demanda anual (D) y tasa de mantenimiento del inventario (r), entre otras. Para simular la política (s,S), se establece el inventario de seguridad (IS) y el punto de reorden (s), con el propósito de determinar el inventario máximo esperado.

Cada uno de los ítems clase A se analizaron dentro de los sistemas de control con el fin de encontrar la mejor política que permita cumplir con los requerimientos de demanda y que además permita disminuir el costo de inventario.

Posteriormente se realiza la simulación para todos los ítems, teniendo en cuenta los datos de consumo reales de un periodo de 1 año donde se analiza con el objeto de validar la eficiencia del sistema. La plantilla utilizada para este ejercicio se programó en la hoja de cálculo Excel con las formulaciones y restricciones necesarias para conocer el valor del inventario efectivo en cada periodo, el número de pedidos realizados en el horizonte de simulación y la cantidad

de faltantes en caso de ocurrencia de faltantes. Estos tres factores son el punto de partida para poder establecer si el sistema de control es realmente efectivo.

A continuación, en las tablas 26 y 27, se muestran los valores obtenidos para dos de los ítems clase A, así como las políticas evaluadas, el CTR incurrido, el nivel de servicio esperado, el punto de reorden (s), la cantidad económica de pedido (EOQ) y el inventario máximo (S) para cada uno de los ítems, además se hacen algunos comentarios sobre los resultados obtenidos. Los demás se encuentran incluidos en los anexos. (anexo 33 hasta el anexo 57).

Tabla 26. Políticas de control Arco niti 0,12 inf.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Resumen políticas de control Arco niti 0,12 inf					
Sistema de control	Aspectos generales				
	Punto de reorden (\$ (Unidades)	Tamaño económico de pedido (Q) (Unidades)	Inventario Máximo (s) (Unidades)	Costo Total Relevante (\$)	Nivel de servicio
Sistema de control (s,Q)	38	16	0	\$ 615.125,21	100,00%
Sistema de control (s,S)	38	16	72	\$ 821.735,26	100,00%
Sistema de control sistema (s,Q) con P2 especificado	20	16	0	\$ 422.014,49	100,00%
Sistema de control Min-Max con demanda errática	25	16	39	\$ 451.350,08	100,00%

Tabla 27. Políticas de control Guantes desechables.

Fuente. Elaboración propia, 2015

Resumen políticas de control Guantes desechables					
Sistema de control	Aspectos generales				
	Punto de reorden (\$) (Unidades)	Tamaño económico de pedido (Q) (Unidades)	Inventario Máximo (s) (Unidades)	Costo Total Relevante (\$)	Nivel de servicio
Sistema de control (s,Q)	34	11	0	\$ 2.219.341,61	100,00%
Sistema de control (s,S)	34	11	60	\$ 2.482.627,23	100,00%
Sistema de control sistema (s,Q) con P2 especificado	21	11	0	\$ 1.906.963,66	100,00%
Sistema de control Min-Max con demanda errática	24	11	31	\$ 1.962.733,44	100,00%

Para el 72% de los ítems clase A, el sistema que genera un menor costo total relevante (CTR) es el sistema de control (s, Q) con P2 (fill rate) conocido, para el 12% el sistema de control adecuado es el (s, S) para el 8% el sistema (s, Q), y para el 8% restante es el sistema Mín-Max con demanda errática.

- El nivel de servicio en este capítulo se evidencia un valor cercano al 100%, dado que la Clínica odontológica no posee registros históricos del Lead Time, al ser este un

factor que impacta el servicio por lo que la variación se ve reflejada en el indicador del nivel de servicio, en realidad el lead time no presenta un comportamiento estable o constante que generen un nivel de servicio del 100% pero si muy aproximado, si en el presente estudio se considerará un lead time aleatorio posiblemente el nivel de servicio generado a través de la política de control de inventario se vería afectado; sin embargo, dado que la Clínica no posee registros históricos del tiempo de reposición, para efectos del desarrollo del presente trabajo se asume como determinístico.

- Se observa que en los sistemas de control donde es necesario el cálculo del inventario máximo (S) se presenta un mayor valor del CTR , como consecuencia del tiempo de reposición tan elevado con el que se cuenta, que genera un aumento en el valor del inventario de seguridad.
- El sistema de control del Min-Max es de gran utilidad, porque el cálculo del déficit permite una reducción considerable del inventario máximo, lo que convierte este sistema atractivo en la aplicación de demandas erráticas.
- En el 100% de las políticas evaluadas con el sistema de control (s, Q) con $P2$ (*fill rate*) especificado, el tamaño económico del pedido (EOQ) es igual o superior que en las demás políticas de control consideradas
- Para el 100% de los ítems que tiene la política de control más económica es el sistema de control (s, Q) con $P2$ especificado con un nivel promedio del 98%.
- El CTR más económico y el cual se sugiere la clínica odontológica tiene un valor de \$ 28.181.234,00.
- El CTR más elevado de los sistemas de control evaluados es el (s, S) con un valor de \$ 32.196.771,54, y el sistema que tiene un menor CTR es el (s, Q) con $P2$ Conocido con un valor de \$ 19.073.866,63.

CONCLUSIONES

Luego de realizar los análisis correspondientes para el desarrollo de la propuesta de un sistema de gestión y control de inventarios para una clínica odontológica del centro del Valle del Cauca, se tiene en consideración principalmente el sistema de control de inventarios para los ítems que generan un mayor impacto en la entidad objeto de estudio; que permitan una reducción en los costos totales de los inventarios y garantice satisfactoriamente el cumplimiento y normal desarrollo en la prestación de servicios de la clínica odontológica, donde se pueden detallar los siguientes resultados:

En la caracterización y valoración del sistema de gestión de inventarios actual de la clínica odontológica se puede observar, que la realización de pedidos de los productos, la realizan de forma empírica orientada por la experiencia del auxiliar master. Los niveles de inventarios obedecen a la anticipación o planeación con que se cuente para la realización de pedidos de los productos, el proceso de solicitud y recepción de ítems se toma un tiempo prolongado. Debido a esto se puede observar que la preferencia de la entidad objeto de estudio, es sostener un inventario elevado para lograr satisfactoriamente un buen servicio para los clientes, aumentando sus costos totales como se puede observar en el costo total relevante.

En la clasificación ABC multicriterio desarrollado con el fin de determinar los productos más importantes para la organización se tuvieron en cuenta criterios tales como el inventario promedio al costo, el consumo al costo, la rotación, el costo de adquisición y la criticidad de cada uno de ellos durante la prestación de servicios. De acuerdo a estos criterios se pueden definir 15 grupos de ítems (ver tabla 17), De los cuales 5 fueron clase A en cada una de las clasificaciones tradicionales realizadas, donde el 67% del grupo total de ítems es del grupo de insumos y el 33% de dispositivos mostrando la importancia y el aporte de los insumos a la clínica. Esta clasificación es relevante y se tiene en cuenta los diferentes parámetros y características que sobresalen en el manejo y control de inventarios de la clínica odontológica.

Durante el estudio de la demanda de los ítems clase A, el comportamiento errático predominó, lo que condicionó todos los sistemas de pronósticos utilizados, dado que los datos históricos debían iniciar y finalizar con demandas superiores a cero. Adicionalmente se puede observar que no en todas las situaciones en las que el coeficiente de variación es mayor que la unidad, el método de pronóstico de Croston será el más conveniente debido a que su error cuadrático medio (*ECM*) no fue el menor en comparación a los otros sistemas. Finalmente se resalta que el mejor indicador para establecer un sistema de pronóstico es el (*ECM*) ya que estima de forma más precisa la desviación estándar de la demanda y no depende de la distri-

bución probabilística de los errores de pronóstico. Para definir el sistema de control de inventarios óptimo, se desarrolló la simulación de diferentes métodos: Sistema (s,Q) , Sistema (s,S) , Sistema (s,Q) con nivel de servicio $P2$ especificado, Sistema de control Min-Max para de manda errática, Durante la simulación se obtuvo como resultado que el sistema (s,Q) con nivel de servicio $P2$ especificado, es el más eficiente en el 84% de los ítems, seguido del sistema Min-Max para demanda errática con el 12% de los ítems y por último el (s,Q) con el 4% de los ítems. Además, al cumplir con estas propuestas contribuye a un buen nivel de servicio cercano al 100%, generando un ahorro del 4% pasando de un costo de inventario de \$29.375.095 a \$28,181.234.

El propósito principal de definir las políticas de inventario es responder las siguientes preguntas: ¿Qué cantidad ordenar? ¿En qué momento ordenar? ¿Con que frecuencia ordenar?, de acuerdo a los ítems con sistema (s,Q) con nivel de servicio $P2$ especificado, se debe realizar una orden de cantidad Q cada que el nivel de inventario efectivo sea menor o igual al punto de reorden, y se tiene la obligación de revisar el nivel de inventario del mismo continuamente, en otras palabras, cada que se realice una actividad de entrada y salida de ítems. Para los artículos que presentan sistemas de control Min-Max para la demanda errática, se debe realizar una orden de la cantidad igual a la diferencia entre el inventario máximo, el inventario efectivo y el déficit u . Para este estudio la política de control continuo (s,S) son las más costosas en la mayoría de los resultados obtenidos, por la demora en el tiempo de reposición, lo que genera que el inventario máximo sea muy alto.

Bajo estos resultados obtenidos se sugiere una mejora en el proceso de solicitud de pedido y la entrega de los ítems el cual reduzca el *Lead Time* que demora este proceso, ya que al presentarse esta mejora se puede reducir de manera considerable el inventario máximo y estos resultados obtenidos podrían reevaluarse, obteniendo nuevos resultados con valores más positivos.

En el desarrollo de futuras investigaciones, se debe considerar los costos de cada uno de los servicios prestados por la clínica odontológica, ya que estos son muy fluctuantes y para cada uno de ellos se deben de utilizar insumos, medicamentos y dispositivos específicos en proporciones adecuadas para su normal funcionamiento y óptima atención. La clínica odontológica debe realizar una recolección de datos históricos de los servicios empleados, el número de ítems y la cantidad utilizada de cada uno de ellos en estos servicios; permitiendo obtener valores más exactos en las investigaciones futuras.

También es de importancia para un estudio futuro, considerar la variabilidad del tiempo de reposición, y no solo enmarcar la investigación a la demanda aleatoria, para este aspecto se considera que la entidad objeto de estudio realice una recolección de datos históricos del

Lead Time que se tarde en reponer un insumo, medicamento o dispositivo y plantear una opción de mejora en el proceso de reabastecimiento, que permita tenerlos presentes.

BIBLIOGRAFÍA

- A. M., & Melissa. (2011). Análisis y descripción de la logística hospitalaria en cinco áreas de una entidad de salud de alta complejidad. *Universidad Icesi*.
- Abbas A., K., & Hirofumi, M. (1994). Forecasting and inventory management of short life-cycle products. *Operations Research*, 44(1).
- Adserá bertran A. (2015). Enciclopedia Salud. España: Enciclopedia Salud. <http://www.enciclopediasalud.com>.
- Andrade S., (2005). Diccionario de Economía, Tercera Edición, *Editorial Andrade*, Pág. 215.
- Ballou. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministros*. Mexico: Pearson Educación.
- Barrantes Diosa C. L. (2008). REUSO DE DISPOSITIVOS EN ODONTOLOGIA. *Universidad CES*.
- Castillo Gómez, K. A. (2005). Propuesta de política de inventarios para productos "A" de la empresa REFA Mexicana S.A. de C.V., Tesis. Universidad de las Américas Puebla.
- Castrillon, J. P., Torres, J. H., & Jaimes, W. A. (Octubre de 2014). Model para la operación logística de distribución de medicamentos del programa de salud pública en Colombia. *DYNA*, 81(187), 257-266.
- Chow, G., & Heaver, T. D. (1994). Logistics in the Canadian health care industry. *Canadian Logistics Journal*, 1(1).
- Davila, C. (2012). Automatización del control de insumos médicos y odontológicos en almacenes. Caso: Instituto de previsión y asistencia social para el personal del ministerio de educación (IPASME). *Universidad de Zulía*.
- Díaz Corredera, Y. (2012). *La logística empresarial y la administración de inventario*. Recuperado el 2014, de Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 168: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/ydc.html>
- Diaz, S., & Velez, L. M. (2014). Diseño de un sistema de gestión y control de inventarios en Sena Clem Tuluá Valle. *Universidad del Valle*.
- Garcia Medina, F., Medina, J. M., Serrano Pajaro, A., & Zuluaga, P. A. (s.f.). Propuesta para el control de inventarios de insumos en la compañía "Agrícola Díaz sas". *Universidad de la Sabana*.

- Gomez, Amaya, & Velasco. (Julio de 2012). Política de inventarios para una bodega central y farmacias auxiliares del Hospital Universitario Clínica San Rafael. *Informes de investigación de la Universidad de los Andes*.
- Gutiérrez, V., & Vidal, C. J. (Marzo de 2008). Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(41), 134-149.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones - Procesos y Cadena de Valor*. México: Pearson Educación.
- López Vivar, S. L. (2007). Evaluación de la calidad administrativa y clínica de una farmacia hospitalaria a nivel privado y público. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Muller, M. (2005). Fundamentos de administración de inventarios, Editorial Norma.
- Ortiz Torres, M. (2012). *Un procedimiento eficiente para la gestión de inventarios en empresas comerciales y de servicios*. Recuperado el 2014, de Observatorio de la Economía Latinoamericana: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012a/>
- Prada Gutiérrez, O. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuad. Adm. Bogotá Colombia*.
- Santiago, & Carolina. (Enero - Junio de 2005). Diseño de un modelo de inventarios para la operación logística de una compañía farmacéutica. 9(1), 29-45.
- Sena. (2008). *Caracterización de la odontología en Colombia*. Obtenido de <http://observatorio.sena.edu.co/mesas/01/SERVICIOS%20A%20LA%20SALUD%20ODONTOLOGIA.pdf>.
- Stoner, Freeman, & Gilbert. (1996). *Administración*. México D.F: Sexta edición editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- Suárez León, R. (2012). Administración y control de inventarios en las empresas comerciales. *Universidad Veracruzana*.
- Trinidad Gaytan G. E. (2011). DEFINICIÓN DE INSUMO. Artículos scribd.
- Verma, P. (2010). Inventory Management of Selected Shipyard Companies in India. *Thesis PhD, Saurashtra University*.
- Vermorel, J. (2014). LEAD TIME (TIEMPO DE ENTREGA). Paris, Francia.: LOKAD. <https://www.lokad.com/es/lead-time-definicion-y-formula>.

Vidal Holguín, C. J. (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali: Comité Editorial - Universidad del Valle.

Vidal Holguín, C., Londoño Ortega, J., & Contreras Rengifo, F. (s.f.). Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una bodega y N Puntos de Venta. *Ingeniería y Competitividad*, 6(1).

ANEXOS

Anexo 1. Acta de recepción e inspección de insumos, dispositivos y suministros.

Anexo 2. Listado de proveedores de insumos, dispositivos y suministros.

Anexo 3. Listado de necesidades de medicamentos y dispositivos médicos.

Anexo 4. Formato del listado de dispositivos en el servicio de odontología.

Anexo 5. Formato plan de compra.

Anexo 6. Consideraciones Matriz de Criticidad.

Anexo 7. Clasificación ABC Multicriterio.

Anexo 8. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance.

Anexo 9. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UL1.

Anexo 10. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UL1.

Anexo 11. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UR1.

Anexo 12. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Demanda para Brackets Balance UR3.

Anexo 13. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Brackets Royaldent 0,22.

Anexo 14. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Acero 16 x 22 sup.

Anexo 15. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Acero 17 x 25 sup.

Anexo 16. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,12 inf.

Anexo 17. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,12 sup.

Anexo 18. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,14 inf.

Anexo 19. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,14 sup.

Anexo 20. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,16 inf.

Anexo 21. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,16 sup.

Anexo 22. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,18 inf.

Anexo 23. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 0,18 sup.

Anexo 24. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 16 x 22 inf.

Anexo 25. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 16 x 22 sup.

Anexo 26. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Arco Niti 17 x25 sup.

Anexo 27. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Blanqueamiento nite White.

Anexo 28. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Guantes desechables.

Anexo 29. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Ionosit.

Anexo 30. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Resina Z100 A2.

Anexo 31. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Single Bond (Adhesivo).

Anexo 32. Comportamiento de la Demanda Real, Inventario Máximo, de Seguridad y Pronóstico de Tubos de Cementación Directa.

Anexo 33. Políticas de Control Brackets Balance.

Anexo 34. Políticas de Control Brackets Balance UL1.

Anexo 35. Políticas de Control Brackets Balance UL3.

Anexo 36. Políticas de Control Brackets Balance UR 1.

Anexo 37. Políticas de Control Brackets Balance UR3.

Anexo 38. Políticas de Control Brackets Royaldent 0,22.

Anexo 39. Políticas de Control Arco Acero 16x22 sup.

Anexo 40. Políticas de Control Arco Acero 17 x 25 sup.

Anexo 41. Políticas de Control Arco niti 0,12 inf.

Anexo 42. Políticas de Control Arco niti 0,12 sup.

Anexo 43. Políticas de Control Arco niti 0,14 inf.

Anexo 44. Políticas de Control Arco niti 0,14 sup.

Anexo 45. Políticas de Control Arco niti 0,16 inf.

Anexo 46. Políticas de Control Arco niti 0,16 sup.

Anexo 47. Políticas de Control Arco niti 0,18 inf.

Anexo 48. Políticas de Control Arco niti 0,18 sup.

Anexo 49. Políticas de Control Arco niti 16 x 22 inf.

Anexo 50. Políticas de Control Arco niti 16 x 22 sup.

Anexo 51. Políticas de Control Arco niti 17 x 25 sup.

Anexo 52. Políticas de Control Blanqueamiento nite White.

Anexo 53. Políticas de Control Guantes desechables.

Anexo 54. Políticas de Control Ionosit.

Anexo 55. Políticas de Control Resina Z100A2.

Anexo 56. Políticas de Control Single Bond (Adhesivo).

Anexo 57. Políticas de Control Tubos de cementación directo roth.

Anexo 58. Manual de uso de la herramienta informática.