

Universidad de Costa Rica
Sede Interuniversitaria de Alajuela
Escuela de Ingeniería Industrial

Proyecto de Graduación

Rediseño del sistema de administración de la
cadena de suministro interna de la empresa
ALRO

Ana Zelmira Rodríguez Araya

Jeffry David Alfaro Sánchez

Para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería Industrial

Abril, 2017

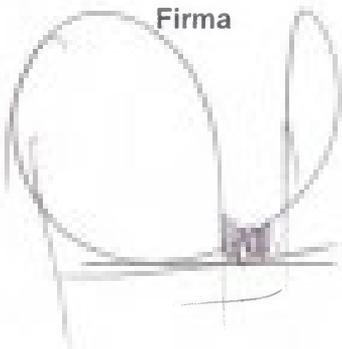
Aprobación del proyecto

Miembro del Tribunal

Firma

Fecha

Dr. Roberto Quirós Vargas
Representante de la Dirección



30-05-2017

MSc. Melissa Pizarro Aguilar
Directora del Comité Asesor



31-05-2017

Ing. Juan Gabriel Rodríguez Pacheco
Profesional Contraparte, ALRO



29-05-17

MSc. José Francisco Roig Zamora
Asesor técnico



31/5/17

Ing. Alexander Jenkins Hernández
Profesor Lector



30-05-17

Resumen gerencial

Este proyecto se desarrolla en el almacén de Alajuela de la Distribuidora ALRO, la cual pertenece al consorcio costarricense de empresas ALRO. Este consorcio se dedica a la investigación, diseño, producción y comercialización de productos, y servicios de limpieza, y actualmente es líder en Centroamérica. Dicha agrupación está conformada por tres empresas: Fábrica, Distribuidora y Servicios de Limpieza. Para efectos de este proyecto, a los productos que son fabricados por ALRO se les referirá como productos ALRO y los que son comprados a otros vendedores se les llamará complementarios.

Como primera etapa del proyecto se tiene una evaluación de la situación actual de la distribuidora ALRO. A partir de un análisis ABC de las ventas e inventarios en dinero en el período de Setiembre 2014 a Abril 2015, se encuentra que el 44,7% del inventario promedio total que equivale al 13% de las ventas totales, presenta riesgo elevado o intermedio de excedentes. Se considera como riesgo elevado a los productos que se encuentran dentro de la clasificación C en ventas y A en inventario, y como riesgo intermedio los que están dentro de las clasificaciones C en ventas y B en inventario, y B en ventas y A en inventario. Por otra parte, un 0,9% del inventario promedio total presenta riesgo elevado o intermedio de faltantes. Como riesgo elevado de faltantes se considera a los productos A en ventas y C en inventario, y como riesgo intermedio a los que están dentro de los segmentos B en ventas y C en inventario, y A en ventas y B en inventario.

Del inventario con riesgo de excedentes, se tiene que el 15,4% rota cada diecisiete meses, y el 11,3% cada seis, lo que implica un costo de adquisición de ₡22,9 millones en el momento incorrecto según la demanda, esto sin considerar el costo de pedido y de almacenamiento en que se incurre con la compra de este inventario. La baja rotación se debe a los errores de pronósticos, ya que el 20% de los productos (214 de 640 SKUs activos) posee un error de pronóstico mayor al 41,9%. Según la evidencia anterior, se plantea como problema, que la planificación de la demanda y del abastecimiento en la distribuidora ALRO provoca un limitado aprovechamiento de los recursos, incidiendo en excedentes de inventario y reducción de liquidez, con lo cual no se exime de tener faltantes que perjudican el servicio al cliente.

La segunda etapa de este proyecto consiste en la identificación de las causas que generan excedentes en el sistema de administración de la cadena de suministro interna, con el fin de cuantificar los efectos económicos en ALRO. Estas causas se analizan según los tres procesos que conforman la cadena de suministro interna: Servicio al cliente, Planificación de la demanda y Planificación del abastecimiento.

En el proceso de Servicio al cliente se analiza uno de los perfiles de actividad del cliente más utilizado, el perfil Cliente-SKU, el cual revela la cantidad de ventas alcanzadas en SKU de categoría A por parte de clientes A, de SKU de categoría A por parte de clientes B, y así sucesivamente hasta llegar a los SKU de categoría C por parte de clientes C (Frazelle, 2002). Este perfil es un ingrediente clave a la hora de desarrollar uno de los elementos más importantes en la estrategia logística: la política de servicio al cliente, ya que no todos los clientes y no todos los SKU crean el mismo nivel o tipo de demanda (Frazelle, 2002). Este análisis se hace para las ventas de Enero 2015 a Octubre 2015, y al analizar estos dos ABC por separado se obtiene que en ALRO el 80% de las ventas son generadas por el 7,9% de los clientes y por el 35% de los

productos. Al unir estos ABC se observa que el 65,3% de las ventas son generadas por 216 productos (clientes A que compran productos A) y un 0,5% de las ventas son generadas por 174 productos (clientes C que compran productos C), los cuales se consideran candidatos a eliminar del catálogo. Con esto se determina que se debe dar prioridad a los clientes y a los productos que representan un mayor volumen de ventas.

En el proceso de Planificación de la Demanda de los productos de la distribuidora ALRO, al analizar el cumplimiento de los 11 principios de pronósticos que establece Frazelle (2002), se encuentra que para los productos ALRO se cumple un 30% y para los complementarios un 0%.

Dentro de los principios se determina que se debe asignar un responsable de la exactitud del pronóstico, y en el caso de los productos ALRO sí existe un responsable, el gerente comercial. Sin embargo, resulta necesario un control más significativo sobre esta información, ya que la demanda de aproximadamente el 50% de los SKUs es sobreestimada por más de un 20%, y por lo menos un 15% de esos SKUs presentan un error de pronóstico entre 71 y 100%, lo cual se convierte en excedentes de inventario. Por último, apenas un 20% de los SKUs se pronostican con un error entre 0% y 20%.

Posteriormente se analiza el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) para los pronósticos calculados en el período de Enero 2015 a Noviembre 2015, donde se obtiene según la fuente de Ghiani (2004), que el 67,3% de los SKUs presentan un error de pronóstico pobre (mayor al 30%), el 8,5% moderado (entre 20% y 30%), un 2,4% bueno (entre 10% y 20%) y un 0% muy bueno (menor al 10%), el 21,8% restante es indefinido, ya que la demanda fue nula.

En esta etapa se diagnostica el período de Setiembre 2014 a Setiembre 2015 el tema de riesgos de excedentes y faltantes, donde se obtiene que existe un desequilibrio en el manejo de los inventarios por parte de ALRO, pues solo el 22,9% del inventario promedio se administra de manera eficiente, es decir, se adquiere la cantidad de inventario que realmente es demandado. El 72,6% del inventario (€62 millones) genera apenas el 7,5% de las ventas (€117 millones), mientras que el 4,5% del inventario (€4 millones) genera el 55% de las ventas (€864 millones).

Al analizar la rotación del inventario, se encuentra que el inventario sin riesgo de excedentes ni faltantes rota 20,1 veces al año (18 días de cobertura), mientras que el inventario con riesgo de excedentes rota tan solo 1,2 veces al año (303 días de cobertura), caso contrario sucede para el inventario con riesgo de faltantes, el cual presenta una rotación de 91,8 veces en un año (4 días de cobertura).

De esta etapa de diagnóstico se encuentran como oportunidad de mejora la falta de análisis de tendencia y estacionalidad de la demanda de los productos ALRO, ya que actualmente lo que se está haciendo para determinar si hay crecimiento en las ventas es comparar las ventas proyectadas con las del mismo mes del año anterior. No existe una integración de datos para este tipo de análisis, es decir, aunque se cuente con las ventas de todos los meses, no se utiliza para saber si presentan tendencias y/o estacionalidades.

En el caso del proceso de planificación del abastecimiento se debe establecer un procedimiento para calcular el inventario de seguridad para los productos complementarios y una actualización del inventario de seguridad de los productos ALRO de acuerdo al crecimiento en ventas de cada producto y el nivel de servicio que se desee ofrecer. Dentro de la planificación del abastecimiento

también se debe determinar una metodología para el cálculo de la cantidad de pedido de cada SKU de manera que se minimicen los costos de almacenamiento, transporte, pedido y producto. Por último, dentro del proceso de servicio al cliente se deben establecer procedimientos para el registro de información de los clientes, en el mismo se debe considerar la captación del nivel de servicio otorgado, el detalle de los faltantes (ventas perdidas y *backorders*) y devoluciones.

A partir del diagnóstico realizado se encuentra la necesidad de establecer metodologías y políticas que permitan integrar la información y las actividades requeridas para llevar a cabo los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente, ya que actualmente no hay un modelo sistémico a seguir para realizar dichos procesos, sino que se hacen trabajos aislados que no permiten mejoras en el aprovechamiento de recursos y provocan excedentes y faltantes, afectando las ventas y la liquidez de ALRO.

En la etapa de Diseño se plantean soluciones para la problemática encontrada, donde se propone desarrollar tres propuestas.

Como primera propuesta se tiene el desarrollo de un modelo conceptual del sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO que integre los procesos de Servicio al cliente, Planificación de la demanda y Planificación del abastecimiento, con el fin de establecer una guía de actividades a seguir, adaptada a la situación de la empresa.

En el proceso de Servicio al cliente se encuentra que es de suma importancia la definición de políticas de servicio al cliente a partir del perfil de pedidos de los clientes de ALRO (Frazelle, 2002), es decir, se debe conocer cuál tipo de cliente compra cuál tipo de producto. Este análisis se debe hacer con las utilidades que aporta cada venta, de manera que se dé prioridad al servicio de los clientes y de los productos que más ganancias le genera a la empresa. A partir de esto, se crea un proceso de apoyo para determinar las políticas de servicio a los clientes de ALRO.

En ALRO se llevan a cabo estos dos subprocesos, cálculo del pronóstico de la demanda y ajuste de ese pronóstico, sin embargo, no se realizan de manera adecuada. Por ejemplo, para el cálculo del pronóstico se utiliza un único método llamado promedio móvil simple, y posteriormente para el ajuste se calcula un porcentaje de crecimiento de la demanda y se asigna un valor de ventas a las negociaciones extraordinarias.

Debido a esto, se decide crear un proceso de apoyo llamado Selección del modelo de pronóstico, donde se debe analizar si el tipo de demanda que presenta cada producto es regular o irregular, y además si presenta patrones como tendencia y estacionalidad.

Encontrar la cantidad óptima de compra requiere encontrar el menor costo total del pedido, y para esto se debe crear un proceso de apoyo llamado análisis de costos que implican la compra de productos.

Para el tema de cuándo pedir esta cantidad de pedido, es necesario calcular un inventario de seguridad y un punto de reorden que contemplen todos los elementos correspondientes, por eso, se crea otro proceso de apoyo que se llama cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden.

Por último, debido a la importancia de la implementación de mecanismos de control de los procesos, que permitan la mejora continua en una empresa, y a partir de estos la alta dirección

pueda medir y analizar sus fallas y aciertos para tomar decisiones, es que se decide crear un proceso llamado Control y mejora. Este proceso se basa en el enfoque de mejora continua y sus cuatro actividades: planear, hacer, verificar y actuar (INTECO, 2008), de las cuales se derivan los subprocesos de Planeación de objetivos y definición de indicadores, Cálculo de indicadores, Verificación de indicadores, y Planeación de acciones correctivas. Para la definición de indicadores se utiliza la metodología “Diseño e implementación de un sistema de indicadores” propuesta por la norma INTE 01-01-01-05 “Guía para la implementación de sistemas de indicadores” (INTECO, 2005).

A partir del modelo propuesto se crean los procedimientos a seguir en cada subproceso definido, con el objetivo de estandarizar la forma en que se ejecutan estos en ALRO. Para realizar estos procedimientos se utilizan los diagramas de modelos de procesos de negocio (BPMD por sus siglas en inglés). Un modelo de proceso de negocio describe cómo funciona el mismo, es decir, describe las actividades involucradas en el negocio y la manera en que se relacionan unas con otras, y además cómo interactúan con los recursos necesarios para lograr la meta del proceso. Una de las funciones básicas de estos modelos es facilitar la alineación de las tecnologías de la información y comunicación con las necesidades del negocio (Rolón et al., 2006), lo cual es vital para la tercera propuesta de esta etapa, la cual corresponde al diseño de una herramienta programada que apoye la ejecución e integración de los procesos estudiados, para facilitar su implementación en ALRO.

A este punto sólo se puede decir que el diseño abarcó las oportunidades de mejora más importantes, sin embargo, es necesario validarlo con el fin de demostrar el impacto que este cambio realmente implicaría en la liquidez de la distribuidora.

Para ello se miden los cuatro indicadores de éxito definidos en la etapa de Propuesta de proyecto: Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de excedentes, Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de faltantes, Exactitud del plan de demanda y Nivel de servicio. Además, se miden también los siguientes indicadores: Señal de rastreo, Costo de adquisición, Costo de pedido, Costo de almacenamiento y liquidez representada por SKUs CC.

Debido a que se cuenta con una base de datos de cuatro años de demanda real o serie de tiempo (Julio 2012 a Junio 2016), se divide la misma en dos secciones: la primera sección corresponde a los tres años más antiguos (Julio 2012 a Junio 2014) y es la serie de tiempo o insumo utilizado para la alimentación de tres escenarios, y la segunda sección corresponde al período en que se va a validar el modelo propuesto.

El primer escenario que se va a estudiar es el modelo actual de ALRO, y va a representar el punto de comparación con la mejora del rediseño propuesto. El segundo escenario representa la aplicación del modelo propuesto (modelo ACSI) sin eliminar los SKUs CC, y el tercero representa la aplicación del modelo ACSI quitando estos SKUs.

Según la evaluación de las utilidades de Julio 2014 a Junio 2015, se tiene que el 64% de las utilidades (₡389,9 millones) son generadas por 69 SKUs (Clasificación AA), y en cambio, el 0,5% de las utilidades (₡2,8 millones) son generadas por 185 SKUs (Clasificación CC).

La cantidad de SKUs que tienen más de 24 meses de historial de demanda, es de 401 SKUs de los 508 SKUs que conforman el catálogo de SKUs activos para el período de validación. Sin

embargo, solo 81 SKUs presentan demanda regular, es decir, estos SKUs son los que se pueden pronosticar por medio del modelo ACSI. Estos 81 SKUs representan el 43% del inventario promedio (€34 millones) y el 71% de las utilidades (€462 millones), lo cual demuestra que el modelo ACSI está enfocado en mejorar los pronósticos de los SKUs que más aportan a la empresa en utilidades y generan gastos de inventario. Al restante 83% se le sigue aplicando el modelo actual de la empresa.

A lo largo de los doce meses de validación se obtiene que de 862 veces que se realizó un pronóstico, el 63% de las veces se seleccionó el modelo de pronóstico llamado Winters Multiplicativo, el 8% Winters Aditivo, el 28% Suavización Exponencial Doble y tan solo el 1% Suavización Exponencial Simple, el cual es el más parecido al modelo que se utiliza actualmente en ALRO.

Para observar si la selección del modelo de pronóstico es correcta, se analizó el porcentaje de los pronósticos en que la señal de rastreo se encontraba dentro del rango adecuado (de -6 a 6). Para el modelo actual de ALRO se obtuvo que un 80% de los pronósticos se encontraron dentro del rango, mientras que el 20% restante no. Para el caso de la aplicación del modelo ACSI, se obtuvo que un 4% más de los pronósticos se encontraron dentro del rango.

En el caso del error de pronóstico se analizaron los pronósticos calculados por el modelo actual de ALRO y los calculados por el modelo ACSI. Al comparar el resultado del pronóstico con el modelo ACSI y el obtenido con el modelo ALRO se obtuvo un 19% más de éxitos en el cálculo de pronósticos con el modelo ACSI.

Para evaluar la exactitud del plan de demanda de los dos escenarios se clasifica el error de pronóstico MAPE en cuatro categorías (Ghiani et. al., 2004): Muy buena (menor o igual a 10%), Buena (mayor a 10% y menor o igual a 20%), Moderada (Mayor a 20% y menor o igual a 30%) y Pobre (mayor a 30%). Con esto se determina que el 41% de los pronósticos poseen un error MAPE pobre y al compararlo contra el error del modelo ACSI se identifica una reducción de un 14% en esta categoría, y en la moderada de un 3%. Por ende se aumenta la calidad del pronóstico en las categorías buena en un 11% y en la muy buena en un 6%, lo que evidencia que el modelo propuesto es superior en cuanto a la determinación de la demanda futura.

Esta mejora en los pronósticos se ve reflejada en el proceso de Planificación del abastecimiento, proceso en el cual sí se analizaron todos los SKUs, utilizando como pronósticos de los productos excluidos en el proceso de Planificación de la demanda los pronósticos calculados con el modelo actual de ALRO, es decir, Promedio Móvil.

Al aplicar el modelo ACSI sin quitar los SKUs CC, se obtiene un aumento del 0,3% (€758 mil) en el costo del inventario con riesgo de faltantes, y quitando los SKUs el aumento es de 0,4% (€2 millones). Para el caso del inventario con riesgo de excedentes, se logra disminuir un 42,4% (€31,4 millones) el costo del inventario que presenta riesgo de excedentes al comparar el escenario del modelo actual de ALRO y el escenario del modelo ACSI sin haber eliminado los SKUs CC. Al eliminar estos SKUs se logra disminuir hasta un 51,6% (€38,3 millones) este costo de inventario. Esto permite obtener una mejora anual de €36,3 millones menos de inventario con riesgo de excedentes y faltantes.

Seguidamente se analiza el Costo Total Relevante, el cual se compone del costo de adquisición, el costo de pedido y el costo de tenencia de inventario. Con esto se encuentra que si no se eliminan los SKUs CC el ahorro global hubiera sido de \$47,5 millones, y con su eliminación hubiera sido de \$157,7 millones.

Con respecto al nivel de servicio, si se utiliza el modelo ACSI sin eliminar los SKUs CC se obtiene un nivel de servicio de 92,6%, y si se aplicara el modelo propuesto y se eliminaran estos SKUs se obtendría un nivel de servicio de 93,4%.

Para la aprobación del diseño de la herramienta programada se realizó una prueba piloto con el prototipo de la herramienta junto con los involucrados de los procesos, donde se explica paso a paso cómo funcionan los módulos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento, Servicio al cliente y Control y Mejora. Los involucrados expresan que el prototipo está bastante completo y algo que llamó mucho la atención fueron los gráficos resumen al final de cada módulo, ya que lo hayan muy útil para analizar los resultados de cada uno de los procesos que conforman la cadena de suministro interna de ALRO.

Como beneficios no cuantificables también se tiene la estandarización de los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del Abastecimiento y Servicio al cliente, así como la sistematización de la información. Además, herramientas dentro del nuevo modelo como la matriz de riesgos de excedentes y faltantes permiten una visibilidad clara de la situación de ALRO en un momento determinado, lo que es muy útil para definir estrategias para atacar el problema.

Índice

Introducción.....	19
Capítulo 1. Propuesta de proyecto.....	21
1. Propuesta de Proyecto	21
1.1. Justificación del proyecto	21
1.2. Objetivo general	24
1.3. Indicadores de éxito	24
1.4. Limitaciones.....	25
1.5. Marco de referencia teórico	25
1.6. Metodología general.....	32
1.7. Cronograma.....	36
Capítulo 2. Diagnóstico.....	38
2. Diagnóstico.....	38
2.1. Introducción	38
2.2. Servicio al Cliente.....	40
2.3. Planificación de la Demanda.....	49
2.4. Planificación del Abastecimiento	65
2.5. Definición de oportunidades de mejora	86
2.6. Conclusiones	87
Capítulo 3. Diseño	88
3. Diseño	88
3.1. Introducción	88
3.2. Modelo conceptual	90
3.3. Procedimientos.....	96
3.4. Herramienta programada ACSI.....	137
3.5. Conclusiones	140
Capítulo 4. Validación.....	141
4. Validación.....	141
4.1. Introducción	141
4.2. Validación cuantitativa.....	144
4.3. Validación cualitativa	159
4.4 Conclusiones	162
5. Conclusiones generales	163
Recomendaciones generales	163

Bibliografía	164
Glosario	166
Anexos	170
Apéndices	171

Índice de cuadros

Cuadro 1. Metodología general de la etapa de Diagnóstico.....	33
Cuadro 2. Metodología general de la etapa de Diseño	34
Cuadro 3. Metodología general de la etapa de Validación	35
Cuadro 4. Cronograma de la etapa de Diagnóstico.....	36
Cuadro 5. Cronograma de la etapa de Diseño	36
Cuadro 6. Cronograma de la etapa de Validación	37
Cuadro 7. Revisión de características para eliminar pronósticos en ALRO.....	57
Cuadro 8. Cumplimiento de principios de pronósticos de Frazelle	62
Cuadro 9. Cumplimiento de iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario.....	73
Cuadro 10. Información para matriz de riesgos.....	74
Cuadro 11. Políticas de servicio al cliente	99
Cuadro 12. Clasificación ABC de utilidades según tipo de demanda	109
Cuadro 13. SKUs con demanda irregular intermitente	110
Cuadro 14. Modelo de pronóstico a utilizar según clasificación de demanda	111
Cuadro 15. Indicadores propuestos	134
Cuadro 16. Partes interesadas y usuarios de la herramienta ACSI	139
Cuadro 17. Costo de implementación de herramienta programada ACSI	157
Cuadro 18: Resultado de encuesta de aprobación de modelo conceptual y procedimientos..	159

Índice de figuras

Figura 1. Mapa mental de la etapa de Diagnóstico	39
Figura 2. Simbología de mapa mental de la etapa de Diagnóstico	40
Figura 3. Diagrama de tortuga del proceso de entrada y procesamiento de pedidos	41
Figura 4. Simbología BPMN	42
Figura 5. BPD del proceso de entrada y procesamiento de pedidos	43
Figura 6. Diagrama del proceso de planificación de la demanda de productos ALRO	50
Figura 7. BPD del proceso de planificación de productos ALRO	51
Figura 8. Diagrama del proceso de planificación de la demanda de productos complementarios	52
Figura 9. BPD del proceso de planificación de la demanda de productos complementarios	54
Figura 10. Diagrama del proceso de planificación del abastecimiento de productos ALRO	65
Figura 11. BPD del proceso de planificación del abastecimiento de productos ALRO	67
Figura 12. Diagrama del proceso de planificación del abastecimiento de productos complementarios	69
Figura 13. BPD del proceso de planificación del abastecimiento de productos complementarios	70
Figura 14. Lluvia de ideas sobre las causas del deficiente aprovechamiento de los recursos de inventario	83
Figura 15. Diagrama causa-efecto para identificar causa raíz del problema	85
Figura 16. Mapa mental de la etapa de Diseño	89
Figura 17. Simbología de mapa mental de la etapa de Diseño	90
Figura 18. Modelo conceptual propuesto para ALRO	95
Figura 19. Creación y rediseño de procesos en modelo conceptual propuesto para ALRO	96
Figura 20. Reporte de SKUs por segmento de negocio	98
Figura 21. Procedimiento de subproceso de determinación de las PSC	100
Figura 22. Reporte de pedidos de Distribuidora ALRO	100
Figura 23. Procedimiento de subproceso de entrada de pedido	101
Figura 24. Registro actual de faltantes en ALRO	103
Figura 25. Registro propuesto para procesamiento de pedidos	103
Figura 26. Procedimiento del subproceso de procesamiento de pedido	104
Figura 27. Registro para devoluciones	106
Figura 28. Procedimiento del sub proceso de manejo de devoluciones	107
Figura 29. Procedimiento del sub proceso de cálculo de demanda real	108
Figura 30. BPD de subproceso de selección de modelo de pronóstico	113
Figura 31. Asignación de modelo de pronóstico por SKU	116
Figura 32. Procedimiento del sub proceso de cálculo de pronóstico de la demanda	116
Figura 33. Procedimiento del sub proceso de ajuste del pronóstico de la demanda	117
Figura 34. Costo total relevante por SKU	119
Figura 35. Procedimiento del sub proceso de análisis de costos	119
Figura 36. Cálculo y registro de stock de seguridad y punto de reorden	121
Figura 37. Procedimiento del sub proceso de cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden	121
Figura 38. Procedimiento del sub proceso de cálculo de la cantidad de pedido	123
Figura 39. Procedimiento del sub proceso de cálculo del tiempo de reaprovisionamiento	123

Figura 40. Plan de indicadores de los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente	126
Figura 41. Procedimientos de Proceso de Control y mejora	127
Figura 42. Procedimiento del sub proceso de cálculo de indicadores	129
Figura 43. Cálculo y verificación de indicador señal de rastreo	130
Figura 44. Procedimiento del sub proceso de verificación de indicadores	130
Figura 45. Plan de acciones correctivas y preventivas.....	132
Figura 46. Procedimiento del sub proceso de planeación de acciones correctivas	133
Figura 47. Mapa mental de la etapa de Validación.....	142
Figura 48. Simbología de mapa mental de validación	143
Figura 49: Escenarios de validación.	145

Índice de gráficos

Gráfico 1. Meses de cobertura del inventario promedio con riesgo de excedentes	23
Gráfico 2. Frecuencia de faltantes (Noviembre 2014 – Octubre 2015).....	44
Gráfico 3. Perfil de actividad de ventas en dinero (Enero 2015 – Octubre 2015).....	46
Gráfico 4. Perfil de actividad de ventas de SKU (Enero 2015 – Octubre 2015)	46
Gráfico 5. Nivel de servicio (Enero 2015 - Octubre 2015).....	47
Gráfico 6. Ventas y devoluciones de ALRO (Agosto 2014 - Mayo 2015)	48
Gráfico 7. Ejemplo de sesgo de pronóstico en producto AA. Cloro 4% 3.785 ml	56
Gráfico 8. Porcentaje de SKUs de productos ALRO según rango de error de pronóstico (Enero 2015 - Noviembre 2015).....	58
Gráfico 9. Faltantes de ALRO. Enero 2015 - Octubre 2015.....	59
Gráfico 10. Calidad de los pronósticos de productos ALRO (Enero 2015 – Noviembre 2015). 63	
Gráfico 11. Señal de rastreo de los pronósticos del producto Antigrasa eco power 900+20ml 64	
Gráfico 12. Riesgos de excedentes o faltantes de inventario (Setiembre 2014 - Setiembre 2015)	75
Gráfico 13. Riesgos de excedentes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015).....	76
Gráfico 14. Riesgos de faltantes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015).....	77
Gráfico 15. Resumen de porcentajes de inventario promedio, ventas y SKU por tipo de familia	78
Gráfico 16. Riesgos de excedentes o faltantes de inventario por familia (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)	79
Gráfico 17. Rotación anual por tipo de riesgo de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)	80
Gráfico 18. Rotación anual por tipo de riesgo de excedentes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)	80
Gráfico 19. Rotación por tipo de riesgo de faltantes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015).....	81
Gráfico 20. Rotación anual por familia de productos (Setiembre 2014 – Setiembre 2015).....	81
Gráfico 21. Clasificación de los SKU según método para estimar Q (Julio 2012 – Junio 2016)	122
Gráfico 22. Perfil de pedido Cliente-SKU (Julio 2015-Junio 2016).....	146
Gráfico 23. Porcentaje de pronósticos según el rango del MAPE (Julio 2015 – Junio 2016) .	152
Gráfico 24. Porcentaje de costo de inventario con riesgo elevado o intermedio de faltantes (Julio 2015 – Junio 2016).....	153
Gráfico 25. Porcentaje de costo de inventario con riesgo elevado o intermedio de excedentes	154
Gráfico 26. Costo total de pedidos (Julio 2015 – Junio 2016).....	155
Gráfico 27. Costo total de almacenamiento (Julio 2015 – Junio 2016).....	155
Gráfico 28. Costo total de adquisición (Julio 2015 – Junio 2016)	156
Gráfico 29. Costo Total Relevante (Julio 2015 – Junio 2016).....	156
Gráfico 30. Nivel de servicio por SKU. Escenario 2 (Julio 2015 – Junio 2016)	158
Gráfico 31. Nivel de servicio por SKU. Escenario 3 (Julio 2015 – Junio 2016)	158

Abreviaturas y acrónimos

AVI: Valor Medio del Inventario (*Average Inventory Value*)

ACSI: Administración de la Cadena de Suministro Interna

Bio_Eco: Productos de jardinería y cuidado ornamental

BPD: Diagrama de proceso de negocios (*Business Process Diagram*)

BPM: Administración de procesos de negocio (*Bussiness Process Management*)

BPMN: Modelo y notación de procesos de negocio (*Business Process Model and Notation*)

EQ: Productos de equipo industrial

ICR: Tasa de Acarreo de Inventario (*Inventory Carrying Rate*)

ICC: Costo de Mantener el Inventario (*Inventory Carrying Cost*)

LIMP_ALRO: Productos de limpieza de ALRO

LIMP1: Productos de limpieza muy específicos

LIMP2: Productos de limpieza para el hogar o de uso cotidiano

LT: Tiempo de reaprovisionamiento (*Lead Time*)

MAPE: Error Porcentual Absoluto Medio (*Mean Absolute Percentage Error*)

PAPL: Productos higiénicos o de papel

ROI: Rendimiento sobre la Inversión (*Return on Investment*)

SEG: Productos de seguridad laboral

ROP: Punto de reorden (*Reorder Point*)

SKU: Número de Referencia (*Stock Keeping Unit*)

SS: Inventario de Seguridad (*Safety Stock*)

WMAPE: Porcentaje de Error Absoluto del Promedio Ponderado (*Weighted Mean Absolute Percentage Error*)

Introducción

La cadena de suministro interna de una empresa está compuesta por la planificación de la demanda, la planificación del abastecimiento y el servicio al cliente, y su administración significa una parte fundamental para alcanzar el máximo aprovechamiento de los recursos involucrados en las gestiones que se deben llevar a cabo. Se habla de recursos como el dinero invertido en almacenamiento, en hacer los pedidos y en adquirir el inventario. El problema que genera una mala administración de la cadena de suministro interna se refleja en el costo de inventario con riesgo de excedentes y en el costo de inventario con riesgo de faltantes.

Los procesos de la cadena de suministro interna de ALRO presentan oportunidades de mejora, ya que en el año que va de Julio del 2015 a Junio del 2016 en ALRO se encuentra que hay un 57% del costo de inventario concentrado en productos con riesgo de excedentes, es decir, que se venden menos de lo que se compran, y un 3,3% está concentrado en productos con riesgo de faltantes, es decir, que se venden más de lo que se compran.

Si bien es cierto el negocio de la distribuidora genera ganancias, con una mejor administración de la cadena de suministro interna se puede mejorar el aprovechamiento de los recursos, es decir, con menos dinero se pueden seguir obteniendo las mismas ganancias.

Este documento tiene el objetivo de analizar la situación de ALRO con respecto a la administración de su cadena de suministro interna, y a partir de esto rediseñar los procesos de manera que se pueda realizar de manera más eficiente, y al final comprobar que este rediseño permite mejorar la situación de ALRO.

Este análisis está compuesto por cuatro capítulos. En el primer capítulo se realiza un pre-diagnóstico de la organización donde se define el tema principal del proyecto y sus más importantes hallazgos. Se presenta una descripción de la organización, se delimita el alcance del proyecto, se define la problemática encontrada y su justificación, y el objetivo general del proyecto, para el cual se propone medir cuatro indicadores de éxito antes y después de la mejora propuesta. Al final de este capítulo se presenta un marco teórico donde se abarcan los temas relacionados con la administración de la cadena de suministro interna, el cual funciona como base para el desarrollo del proyecto.

En el segundo capítulo se realiza un diagnóstico más detallado, donde se analizan a fondo cómo se llevan a cabo los procesos a estudiar en la organización. Se mapean todas las actividades que practican en ALRO para planear la demanda y el abastecimiento de sus productos, y se presentan los resultados obtenidos con estas. Por último, se identifican las principales oportunidades de mejora.

En el tercer capítulo se plantea un nuevo modelo conceptual a partir de las oportunidades de mejora encontradas en el segundo capítulo. Seguidamente se documentan los procedimientos del nuevo modelo con diagramas de procesos de negocio y se diseña una herramienta con la que se pueda aplicar las mejoras propuestas en la Distribuidora ALRO.

Finalmente, en el cuarto capítulo se analiza lo que sucedió en ALRO aplicando el modelo actual en el período de Julio 2015 a Junio 2016, y lo que hubiera sucedido en ALRO si se hubiera aplicado el modelo propuesto. En este análisis se logra medir los indicadores de éxito definidos

en el primer capítulo para ambos escenarios, donde se logra observar una mejora tanto en la liquidez como en el ahorro anual debido al rediseño de la cadena de suministro interna de ALRO. Además se crea un prototipo de la herramienta y se lleva a cabo un taller de capacitación con los involucrados de los procesos estudiados, donde se obtiene un 90,5% de aceptación del modelo y los procedimientos rediseñados.

Capítulo 1. Propuesta de proyecto

1. Propuesta de Proyecto

1.1. Justificación del proyecto

1.1.1. Descripción de la organización

ALRO es un consorcio costarricense líder en Centroamérica dedicado a la investigación, diseño, producción y comercialización de productos, y servicios de limpieza, a base de formulaciones completamente amigables con el ambiente (Araya, 2015).

Dicha agrupación está conformada por tres empresas: Fábrica, Distribuidora y Servicios de Limpieza, las cuales comparten instalaciones físicas, mas no cédulas jurídicas. Entre ellas, Fábrica funciona como maquila para las dos empresas restantes, quienes son sus únicos clientes, pues Distribuidora se encarga de la comercialización de productos ALRO, bajo la categoría LIMP_ALRO, y productos complementarios al siguiente eslabón de la cadena logística. Dentro de la clasificación de complementarios se encuentran las siguientes categorías: Bio_Eco, EQ, LIMP1, LIMP2, PAPT y SEG, los cuales se obtienen de diversos proveedores nacionales (Araya, Generalidades de la empresa, 2015).

Distribuidora ALRO cuenta con dos centros de distribución, ambos con un punto de venta al público, uno ubicado en la provincia de Alajuela y otro en Guanacaste. Además de estos puntos de venta, entre sus otros clientes se maneja la siguiente clasificación: consumo selectivo (supermercados), gobierno, institucional y exportación (Rodríguez, 2015).

Por otra parte, ALRO emplea la filosofía de desarrollo para la sostenibilidad mediante sistemas integrados de gestión ambiental y de calidad, implementando las normas ISO 9001: Sistema de Gestión de Calidad e ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental en las áreas de diseño, fabricación y despacho de Fábrica. Además, tanto para la parte de diseño y fabricación como para la de distribución, se cuenta con la certificación de la norma INTE-12-01-06:2011: Sistema de Gestión para demostrar la C-neutralidad (Araya, 2015).

1.1.2. Alcance

Este proyecto se realiza en las áreas de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente de la empresa Distribuidora ALRO perteneciente al consorcio ALRO. Abarcando los siguientes temas: pronósticos, ingeniería de la cantidad de pedido, servicio al cliente y políticas de control de inventarios.

1.1.3. Problema

La planificación de la demanda y del abastecimiento en la empresa ALRO provoca un limitado aprovechamiento de los recursos, incidiendo en variaciones en el inventario, lo que perjudica el servicio al cliente y reduce la liquidez de la empresa.

1.1.4. Justificación del problema

A partir de un análisis ABC¹ de ventas totales y ABC de inventario promedio en el período de Setiembre 2014 a Abril 2015, se elabora una matriz de interacción que incluye todas las combinaciones ABC según ventas e inventario en columnas por SKU (por ejemplo, clasificación A en Ventas y A en Inventario, clasificación A en Ventas y B en inventarios, entre otras), por medio de la cual se mide el riesgo de excedentes y faltantes en el inventario.

Con esto se encuentra que el 44,7% del inventario promedio total presenta riesgo elevado e intermedio de excedentes, según la clasificación de la organización bajo estudio que considera como productos de riesgo elevado a los que se encuentran en la combinación C en Ventas y A en Inventario, y como productos de riesgo intermedio a los que tienen combinación C en Ventas y B en Inventario, o a los clasificados como B en Ventas y A en Inventario. Este porcentaje de inventario representa apenas un 13% de las ventas totales en el período de tiempo mencionado (Apéndice 1. Tipos de riesgo en inventario promedio), lo cual impacta directamente la liquidez de la empresa, por la inversión en inventario que representa este 44,7%.

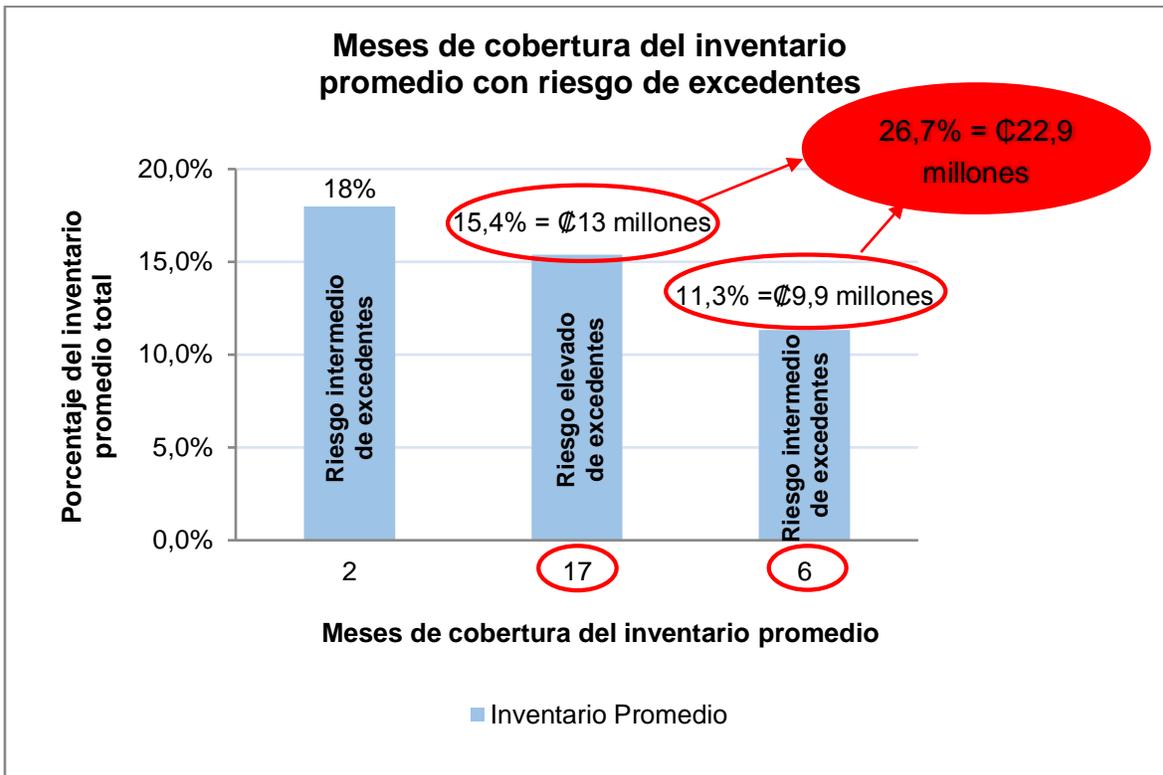
Más específicamente, se observa que el 26,7% del inventario promedio total con riesgo elevado e intermedio de excedentes, representa apenas el 3% de las ventas totales del período estudiado (Apéndice 2. Inventario promedio con riesgo de excedentes), por lo tanto, se puede decir que existe un costo de oportunidad al tenerlo en bodega, ya que el mismo tiene poco movimiento desde el punto de vista de las ventas.

Este 26,7% del inventario promedio total con problemas de excedentes se desglosa en un 15,4% que rota tan solo 0,7 veces anualmente y un 11,3% que rota como máximo 2 veces al año (Apéndice 3. Rotación anual del inventario promedio total con riesgo de excedentes). Esta baja rotación ratifica el hecho de que existe un porcentaje significativo de excedentes de inventario.

A continuación, se cuantifica en dinero este 26,7% del inventario promedio total con riesgo alto e intermedio de excedentes en el siguiente gráfico:

¹ **Clasificación ABC:** modelo de gestión basado en la Ley de Pareto que clasifica en orden decreciente, A, B, y C, una serie de artículos, siguiendo algún criterio, por ejemplo, su volumen anual de ventas. El grupo A tiende a acoger entre el 10 y el 20% de los artículos, de los que resultan del 50 al 70% de las ventas. El grupo B contiene el 20% de los artículos y representa el 20% de las ventas. El grupo C suele contener del 60 al 70% de los artículos y de los que solo se obtienen del 10 al 30% de las ventas (Soler, 2009).

Gráfico 1. Meses de cobertura del inventario promedio con riesgo de excedentes



En este gráfico se aprecia que el 26,7% equivale a \$22,9 millones, del cual el 15,4% del inventario promedio total, o sea, \$13 millones, no se liquidan durante 17 meses y el 11,3% restante, es decir, \$9,9 millones, no se mueven durante 6 meses, esto considerando sólo el costo de adquisición del inventario promedio para dicho cálculo.

Por otra parte, con base en el catálogo de productos activos de ALRO, se tiene que el 25,4% posee una rotación menor a 1 vez anual, lo que indica que se tienen alrededor de \$14,6 millones sin moverse al menos durante 1 año, de los cuales \$6,8 millones están completamente estancados, ya que estos poseen una rotación nula durante el periodo estudiado (Apéndice 4. Porcentaje de SKU de los catálogos de productos ALRO y productos complementarios), implicando una cobertura de tiempo indefinida por dicho inventario pues el mismo no se vende.

Estos productos con baja rotación se podrían ver justificados en cierta parte por los errores de los pronósticos, ya que al analizar el catálogo de los productos ALRO, se encuentra que en el periodo de Enero 2015 a Abril 2015 el 60% de los SKU (214 SKU de 356 activos), o si se quiere ver incluyendo también a los productos complementarios, el 20% de todos los SKU activos (214 de 640 SKU), posee un error de pronóstico mayor al 41,9%, lo que refleja la inexactitud de los pronósticos de demanda (Apéndice 5. Porcentaje de SKUs según error de pronóstico WMAPE). Esta inexactitud provoca un aumento en el inventario y por ende en los costos de almacenamiento, ya que solamente hay un 0,9% de inventario con riesgo elevado o intermedio de faltantes, es decir, que la mayoría del tiempo se pronosticó más de lo que se demandó, dada la existencia de excedentes y no de faltantes. Para el cálculo de este error de pronóstico se ha

utilizado el Porcentaje de Error Absoluto del Promedio Ponderado² (*WMAPE* por sus siglas en inglés).

1.1.5. Beneficios asociados

Al realizar este proyecto se pretende lograr los siguientes beneficios para la sociedad y para la organización.

1.1.5.1. Aportes a la sociedad

Al mejorar la administración de los inventarios, se mejora la rotación de los productos, la liquidez de la empresa y el servicio al cliente, ocasionando que la empresa mejore su participación de mercado y por ende su crecimiento, lo que a su vez se traduce en nuevas ofertas de empleo para la comunidad.

Con una mejora en la planificación de la demanda y planificación del abastecimiento se pretende reducir las pérdidas de inventario por obsolescencia, y por lo tanto habría menos desperdicio para el medio ambiente.

Al aumentar la liquidez de ALRO, la recaudación de impuestos aumenta, lo cual si se utiliza de una manera adecuada se puede mejorar el bienestar de los costarricenses.

1.1.5.2. Aportes a la organización

Al rediseñar el sistema de planificación y gestión de inventarios se espera alcanzar una mayor liquidez para la empresa ALRO, esto por medio del mejoramiento de la planificación de la demanda y del abastecimiento, ocasionando que mejore la posición competitiva de la empresa y por ende aumente la participación de mercado.

Este proyecto pretende aumentar el valor total generado de la cadena de suministro de la empresa ALRO, a través de la reducción en los costos en los que incurre la misma para satisfacer las solicitudes de los clientes.

Con este proyecto se procura mejorar la rotación tanto de productos ALRO como de productos complementarios, lo cual se basa en una robusta planificación de la demanda y planificación de abastecimiento.

1.2. Objetivo general

Rediseñar el sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO, para la mejora del uso de los recursos y la liquidez de la empresa.

1.3. Indicadores de éxito

En este proyecto se van a considerar como indicadores de éxito los siguientes:

Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de excedentes:

² **Error Porcentual Absoluto del Promedio Ponderado:** este error corresponde a la relación de la Desviación Absoluta Media entre la sumatoria del promedio de ventas (Soler, 2009).

$$\frac{\text{Costo total de Inventario promedio mensual de los SKU con riesgo intermedio y elevado de excedente}}{\text{Costo total del inventario promedio mensual}} \quad (1)$$

Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de Faltantes:

$$\frac{\text{Costo total de Inventario promedio mensual de los SKU con riesgo intermedio y elevado de faltante}}{\text{Costo total del inventario promedio mensual}} \quad (2)$$

Exactitud del plan de demanda:

$$\text{Plan de demanda} - \text{Demanda real} \quad (3)$$

Nivel de servicio:

$$1 - \frac{\text{cantidad de pedidos con faltantes}}{\text{cantidad total de pedidos}} \quad (4)$$

1.4. Limitaciones

Debido a su ubicación, el centro de distribución en Guanacaste, se convierte en una limitante para el grupo de trabajo, por ende el mismo se considerará como un cliente más de Distribuidora ALRO. Este proyecto está enfocado en el almacén del centro de distribución ubicado en Alajuela.

1.5. Marco de referencia teórico

Como foco de trabajo de este proyecto se encuentra el área de logística, específicamente en el macro proceso de Administración de la cadena de suministro interna de ALRO, el cual abarca los temas de planeación de la demanda, la planeación del suministro y el cumplimiento con el cliente (Chopra & Meindl, 2008).

La incursión de la logística a nivel empresarial comenzó luego de la segunda Guerra Mundial debido a la experiencia lograda en el campo de la logística militar. Posteriormente el desarrollo de la misma se debió a factores como: el estudio del coste del flujo de materiales, productos e información desde los proveedores a través de la empresa hasta los clientes, búsqueda de una mayor competitividad debido a la mayor eficiencia en el flujo de materiales, productos e información, y la cobertura de un mercado geográficamente más extenso, con la incorporación de nuevas tecnologías en la manutención, transporte y conservación de los productos (Arbones, 2009).

Por lo tanto, la logística se puede definir como “la planificación, organización y control del conjunto de las actividades de movimiento y almacenamiento que facilitan el flujo de materiales y productos desde la fuente al consumo, para satisfacer la demanda al menor costo, incluidos los flujos de información y control” (Arbones, 2009).

En muchas empresas se acostumbra a que su organización gire alrededor de las funciones de mercadeo y de producción, ya que generalmente mercadeo significa vender algo y producción significa hacer algo, lo cual se hace mientras tratan otras actividades como tráfico, compras, contabilidad e ingeniería como áreas de apoyo. Dicha actitud se justifica en cierto grado, ya que

si los productos de una empresa no pueden producirse y venderse, lo demás poco importa. Sin embargo, tal patrón es peligrosamente simple para que muchas empresas lo sigan, y fallen en reconocer la importancia de las actividades que deben tener lugar entre los puntos y tiempos de la producción o compra, y los puntos y momentos de la demanda, es decir, las actividades de la logística, lo cual afecta la eficiencia tanto del marketing como de la producción (Ballou, 2004).

Es por eso que teniendo una buena gestión de la logística de ALRO, se puede aumentar la eficiencia en la ejecución de todas sus operaciones, pues a nivel de intervención, la logística busca un equilibrio entre los intereses de las áreas de mercadeo y producción, de manera que se eliminen las barreras departamentales dentro de la organización y por el contrario, se avance de manera conjunta y hacia un objetivo en común; aumentando la eficiencia en el flujo de materiales, productos, información y dinero, siempre que exista una plena colaboración y compromiso por parte de todos los miembros involucrados en la cadena de suministro (Ballou, 2004).

“La cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente, incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle e incluso a los mismos clientes” (Chopra & Meindl, 2008).

Una buena gestión de la cadena de suministro radica no solo en satisfacer los requisitos de sus clientes, sino también en aumentar su valor generado (rentabilidad), esto a través de la reducción de los costos en los que se incurre para poder cumplir con cada una de las solicitudes. Es decir, que a medida que la rentabilidad de toda la cadena de suministro aumente, todos sus involucrados se verán impactados de manera positiva al acrecentar su propio valor generado, pero para ello se debe garantizar el adecuado e ininterrumpido flujo de información, materiales, productos o dinero, de aquí la importancia de que cada eslabón no debe verse como un ente individual y velar solo por su bienestar, sino por el contrario debe verse como parte de un grupo de trabajo con un objetivo en común (aumentar el valor generado de toda la cadena de suministro).

En ALRO esto es un tema de gran relevancia, ya que la rentabilidad se ve afectada por la cantidad de excedentes de inventario en que se ha incurrido, así como por los faltantes, ya que afectan las ventas y el servicio al cliente, lo cual representa una importante oportunidad de mejora, ya que como lo dicen Chopra y Meindl (2008), se necesita un adecuado e ininterrumpido flujo de información, lo cual no se está considerando en su totalidad actualmente en la empresa, en los procesos de planeación de la demanda y del abastecimiento, y en el servicio al cliente.

Según Chopra y Meindl (2008) para lograr una buena gestión, se necesita de tres fases de decisión: diseño, planeación y operación, esto dependiendo de la frecuencia de cada decisión y el período durante el cual tiene impacto. Para efecto de este proyecto se va a trabajar en las dos últimas.

- **Fase de diseño:** en la etapa de diseño se estructura la cadena de suministro para los siguientes años, por lo que se decide cómo será la configuración, la distribución de los recursos y los procesos de cada etapa. En esta fase las estrategias tomadas incluyen ya sea subcontratar o realizar las funciones internamente, la ubicación y las capacidades de producción e instalaciones de almacenaje, los productos que se fabricarán o almacenarán en varias

ubicaciones, los medios de transporte disponibles a lo largo de las diferentes rutas de envío y el tipo de sistema de información que se utilizará. Esta configuración de la cadena de suministro debe apoyar los objetivos estratégicos e incrementar la rentabilidad de la empresa durante esta fase.

- **Fase de planeación:** Para las decisiones que se toman en la fase de planeación, el período que se considera es de un trimestre a un año. Por lo tanto, la configuración determinada para la cadena de suministro en esta fase estratégica es fija, y en ella se establece las restricciones dentro de las cuales debe hacerse la planeación. La meta es maximizar la rentabilidad de la cadena durante el horizonte de planeación, dadas las restricciones que se establecieron durante la fase de diseño.

Esta fase involucra tanto la planificación de la demanda como la planificación del abastecimiento que abarca este proyecto, esto requiere de un análisis integral de la información que maneja ALRO, información más allá de la que se analiza actualmente, tanto a nivel histórico como a nivel estratégico, por ejemplo, el nivel de servicio que se quiere ofrecer, crecimiento en ventas que se desea alcanzar, nuevos proyectos que pretende desarrollar ALRO, etc.

- **Fase de operación:** en la etapa de operación, el horizonte de tiempo es semanal o diario, por lo que se espera una reducción de la incertidumbre. Durante esta fase se toman decisiones respecto a los pedidos de cada cliente, y la meta es manejar los pedidos entrantes de los clientes de la mejor manera posible, distribuyendo el inventario o la producción entre cada uno de los pedidos, estableciendo una fecha en que estos deben completarse, generando listas de surtido en el almacén, asignándolos a un modo particular de transporte y envío, estableciendo los itinerarios de entrega de los camiones y colocando órdenes de reabastecimiento.

Con este proyecto se pretende optimizar la planificación de demanda y del abastecimiento en el centro de distribución de ALRO, de manera que no se caiga en la actual desventaja de excedentes, sino más bien se aproveche de la mejor manera los recursos disponibles, y de este modo mejorar el servicio al cliente y la rentabilidad del negocio.

Por otra parte, Chopra y Meindl (2008) establecen que los procesos de una cadena de suministro se clasifican en tres procesos macro, dependiendo de si están en la interface con el cliente o el proveedor, o si son internos en la compañía. Dentro de estos procesos se encuentran los procesos de la Administración de la relación con el cliente, los cuales funcionan para generar, recibir y dar seguimiento a los pedidos de los clientes, los procesos de la Administración de la cadena de suministro interna, en los cuales nos enfocamos en este estudio, los cuales trabajan para planear surtir los pedidos de los clientes y evaluar su cumplimiento, y los procesos de la Administración de la relación con el proveedor, que funcionan para evaluar y seleccionar a los proveedores.

En este proyecto se pretende trabajar en los procesos de planeación de la demanda y del suministro, para afinar las actividades logísticas involucradas en estos procesos y así optimizar el macro proceso de Administración de la Cadena de Suministro Interna, reduciendo los errores de pronóstico y los excedentes de inventario, sin afectar el servicio al cliente.

Por otra parte, las actividades logísticas se encuentran clasificadas por Frazelle (2002) en cinco categorías: respuesta al cliente, gestión y administración de inventarios, suministro, transporte, y operaciones de almacén. Para efectos de este trabajo, solo se van a estudiar actividades dentro de las categorías de respuesta al cliente, y gestión y administración de inventarios.

Según lo propuesto por Frazelle (2002), y Chopra y Meindl (2008), se puede decir que para mejorar el uso de los recursos de la distribuidora ALRO, se debe hacer énfasis en los procesos de servicio al cliente, donde se estudia al cliente y se definen las políticas de servicio a ofrecer, planeación de la demanda, donde se requiere de un análisis integral de la demanda pasada y los proyectos del área de ventas, y finalmente en el proceso de planeación del abastecimiento, donde es necesario integrar la información obtenida de los dos planes anteriores y a partir de esto establecer los modelos de abastecimiento que mejor se adapten a estos, todo esto con el fin de cumplir con lo solicitado por el cliente al menor costo posible.

También se debe considerar que conforme crece la incertidumbre de la oferta o la demanda, y conforme aumenta el nivel deseado de disponibilidad del producto, el nivel requerido del inventario de seguridad se incrementa. La disponibilidad del producto refleja la capacidad de la compañía para surtir el pedido del cliente con el inventario (Chopra & Meindl, 2008), pero tener este inventario representa una inversión económica, la cual debe ser lo más rentable posible para la compañía, es decir, se debe recuperar el dinero lo más pronto posible por medio de su venta.

Es por esto que es imprescindible planificar de la mejor manera la demanda y el abastecimiento de los productos en ALRO, para disminuir los excedentes de inventario existentes, los faltantes y mejorar la rentabilidad de la cadena de suministro interna.

Desde luego se debe considerar primero que todo, que es necesario conocer el perfil de pedido del cliente, ya que este informa sobre las ventas por cliente y por SKU en dinero y en unidades, el número de órdenes y la cantidad de líneas en cada orden. Este perfil es un ingrediente clave en el desarrollo de la política de servicio al cliente, ya que no todos los clientes, y no todos los SKU crean el mismo nivel o tipo de demanda, por lo tanto, esta política debe reflejar los requerimientos de cada cliente y cada SKU (Frazelle, 2002).

Por otra parte en una compañía siempre se desea satisfacer la mayor cantidad de demanda posible, pero es debido a la incertidumbre de este dato que se opta por la tenencia de niveles excesivos e inadecuados de inventario, ya sea de materias primas, producto en proceso o producto terminado. Tener estos inventarios disponibles es algo muy costoso, esto puede llegar a representar al año entre un 20% y 40% de su valor (Ballou, 2004), y su mala gestión reincide en elevadas inversiones, con costos de oportunidad, debido a los tiempos de retorno o también a la capacidad de respuesta, razón por la cual la administración del inventario se convierte en uno de los principales aspectos mediante los cuales se puede aumentar el superávit de la cadena de suministro.

Según Chopra y Meindl (2008): “El inventario tiene un impacto significativo en el tiempo de flujo de materiales en la cadena de suministro. Este es el tiempo que pasa entre el momento en el cual el material entra en la cadena de suministro y el momento en el que sale. Para una cadena el rendimiento (*throughput*) es la tasa a la cual ocurre la venta. Si el inventario está representado por I , el tiempo de flujo por T y el rendimiento por D , los tres se relacionan empleando la Ley de Little³ como sigue”:

³ Ley de Little: El inventario es directamente proporcional al plazo de ejecución (Andino, 2006).

$$I = D * T \quad (5)$$

A medida que se reduzca la incertidumbre en la estimación de la demanda, mejor será la tasa de rendimiento. Por lo tanto, después de haber estudiado a los clientes de ALRO, se debe hacer un plan de demanda, con el objetivo de que su estimación sea lo más cercana a la demanda real. Este plan consiste en la integración de los pronósticos, los supuestos detrás de los pronósticos y los planes de acción para hacer que el plan de demanda se lleve a cabo. Hay una diferencia significativa entre un pronóstico y un plan de demanda, ya que un pronóstico típicamente es solo un número generado ya sea por un paquete estadístico de pronósticos o generado manualmente basado en históricos. Los datos históricos son proyectados en el futuro usando series de algoritmos para identificar patrones y tendencias (Schorr, 2007).

Los pronósticos generados estadísticamente por sí solos son insuficientes para generar un plan de demanda válido, estos podrían no ser incorrectos, pero los supuestos detrás de los números son generalmente la causa del error. Estos supuestos son típicamente sobre el cliente, el tamaño del mercado, proyecciones de participación del mercado, la competencia, la economía, los indicadores más importantes, la disponibilidad del producto, y las ventas de su compañía y sus recursos de distribución (Schorr, 2007).

En ALRO se debe seleccionar el modelo de pronósticos más adecuado según un estudio de nivel, tendencia y estacionalidad de los productos ofrecidos. A partir de esto se deben calcular los pronósticos, y seguidamente se debe reunir la información analizada con respecto a los clientes, el tamaño del mercado actual, las proyecciones de participación del mercado, la competencia, la economía, los indicadores que se manejan en el área de ventas y la disponibilidad del producto.

La exactitud de estos supuestos debe ser medida para determinar cuáles son correctos y cuáles no. Estos hallazgos promueven un mejor entendimiento de lo que conduce a la demanda y por ende a la creación de un plan de demanda mejorado y válido. Para desarrollar este plan, la organización requiere de múltiples puntos de vista, entre ellos, el punto de vista de mercadeo, de ventas, de producción, del cliente, de la estadística, y del plan de negocios y estrategia (Schorr, 2007). Este análisis integral se debe incluir en el modelo de planificación de la demanda de ALRO, de manera que las decisiones que se tomen estén basadas en algo más que un histórico de ventas, estas se deben basar en información más robusta que abarque los diferentes puntos de vista, lo cual es clave para poder brindar un buen servicio al cliente, que al final de cuentas es el foco de interés de todo negocio.

Chopra y Meindl (2008) definen el pronóstico como: “el arte y la ciencia de hacer proyecciones acerca de cuáles serán la demanda y las condiciones futuras”.

Los pronósticos son la base para la estimación de la demanda dentro de la cadena de suministro, por lo que Chopra y Meindl (2008) los clasifican en cuatro métodos diferentes:

- **Cualitativos:** Los métodos cualitativos son principalmente subjetivos y se apoyan en el juicio humano. Son apropiados sobre todo cuando la información histórica no está disponible o existen muy pocos datos; o bien, cuando los expertos cuentan con resultados de investigación del mercado (*market intelligence*) que pueden afectar el pronóstico.

- **Series de tiempo:** Los métodos de pronóstico de series de tiempo utilizan la demanda histórica para hacer pronósticos. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura. Estos métodos son más apropiados cuando el patrón de la demanda básica no varía significativamente de un año al siguiente.
- **Causal:** Los métodos de pronóstico causales suponen que el pronóstico de la demanda está altamente correlacionado con ciertos factores en el ambiente (el estado de la economía, las tasas de interés, etc.). Los métodos de pronóstico causales encuentran esta correlación entre la demanda y los factores ambientales y recurren a estimados de lo que serán los factores ambientales para pronosticar la demanda futura.
- **Simulación:** Los métodos de pronóstico por simulación imitan las elecciones del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico. Al emplear la simulación, la compañía puede combinar los métodos de series de tiempo y causales para responder muchas preguntas como: ¿cuál sería el impacto de una promoción en precio? ¿Cuál sería el impacto de la apertura de una tienda competidora cercana?

Por otra parte todo pronóstico posee un error asociado, el cual se puede determinar a través de diversos estimadores entre ellos se destacan:

- Desviación absoluta media (MAD por siglas en inglés), donde t es el periodo y E_t es el valor del error en el periodo t , que corresponde a la diferencia entre la cantidad pronosticada y el valor de la demanda real para el periodo. Este error es el que se utiliza actualmente para los productos ALRO.

$$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t| \quad (6)$$

- Error medio absoluto porcentual (MAPE, por sus siglas en inglés), donde D_t corresponde a la demanda real en el periodo t :

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| * 100}{n} \quad (7)$$

Se debe tomar en consideración que la cantidad obtenida en el plan de demanda no necesariamente corresponde a la cantidad de pedido para poder suplirla, pues esta última depende de varios factores, como el costo del pedido, producto y transporte, tiempo de entrega por parte de los proveedores, cantidad de inventario disponible e inventario de seguridad necesario, así como los días de inventario necesarios, máximos y mínimos dependiendo del tipo de SKU, entre otros, razón por la cual se vuelve fundamental para toda compañía determinar la cantidad de pedido de manera que en la misma se incurra en la menor cantidad de costos innecesarios, logrando establecer un equilibrio entre todas las variables involucradas.

Para esto ALRO requiere de un plan de abastecimiento donde se deben reconocer y administrar simultáneamente los siguientes tres elementos de la cadena de suministro: maximizar el nivel de servicio, minimizar el inventario y minimizar los costos de operación. Una de las partes difíciles de desarrollar el plan de abastecimiento es determinar el nivel de inventario a acumular o el inventario pendiente por familia (Schorr, 2007).

Es aquí donde ALRO debe analizar su plan de demanda y a partir de este, determinar los niveles de inventario adecuados, para poder definir un plan de abastecimiento, considerando siempre los tres elementos mencionados.

La gestión de inventarios consiste en definir perfectamente las mercancías, la fecha del pedido, el lugar de almacenamiento, la manera de evaluar el nivel de los inventarios y el modo de reaprovisionamiento, esto con el fin de no hacer esperar al cliente, efectuar la producción a un ritmo regular, aunque la demanda fluctúe y comprar los bienes al precio más bajo (Arbones, 2009). En ALRO el tema de niveles de inventario es uno de los que más problema presenta, por lo tanto se debe analizar cómo se están gestionando las demás actividades que acompañan su control y encontrar la causa raíz de los excedentes de SKU.

Dadas las circunstancias se necesita de cierta información para planear el abastecimiento de una compañía, entre ella está la estrategia de negocios, la estrategia de manufactura, el desempeño de la cadena de suministro interna y externa, estrategias de cobertura, planes de mejora, planes de estacionalidad, así como la flexibilidad de potenciales de capacidad (Schorr, 2007).

Una política de abastecimiento implica decisiones respecto a cuándo y cuánto reordenar. Estas decisiones determinan los inventarios de ciclo y de seguridad junto con la tasa de surtido del producto y el nivel de servicio de ciclo. Las políticas pueden tomar diversas formas, entre ellas los siguientes dos tipos (Chopra & Meindl, 2008):

Revisión continua: el inventario se supervisa continuamente y el pedido de un tamaño de lote Q se coloca cuando el inventario desciende hasta el punto de reorden (ROP por sus siglas en inglés). En este caso, el tamaño del pedido no cambia de un pedido al siguiente y el tiempo entre los pedidos puede fluctuar dada la demanda variable.

Revisión periódica: el estatus del inventario es verificado a intervalos regulares periódicos y el pedido se coloca para incrementar el nivel del inventario a un límite específico. En este caso, el tiempo entre los pedidos es fijo, sin embargo, el tamaño de cada pedido puede fluctuar dada la demanda variable.

Chopra y Meindl (2008) establecen que el tamaño de lote o tanda se define como: “la cantidad que una etapa de la cadena de suministro produce o compra en un momento dado”.

Por lo tanto, la cantidad de pedido, va a afectar directamente al superávit de la cadena de suministro, pues a esta están ligados varios costos en los que se incurre en mayor o menor medida dependiendo de dicha cantidad, entre ellos: el precio promedio por unidad, el costo de pedido dependiendo de la cantidad de veces que hagan pedidos, el costo de transporte y el costo de mantener dicho inventario. Para encontrar un equilibrio en la ocurrencia de dichos costos Chopra y Meindl (2008) establecen: “el tamaño óptimo de lote Q , también conocido como la cantidad económica de pedido en la siguiente fórmula:

$$Q = \sqrt{\frac{2 DS}{hC}} \quad (8)$$

Donde h es el costo de mantener inventario, D la demanda, C el costo unitario del producto y S el costo de pedir, se debe hacer énfasis que tanto D como h deben utilizar las mismas unidades de tiempo”.

Existen varias políticas de control de inventario que ayudan a optimizar su nivel y por ende sus costos. Chopra y Meindl (2008) definen el inventario de seguridad como: “aquel inventario que se mantiene para satisfacer la demanda que excede la cantidad pronosticada para un período dado”.

Tanto el inventario de seguridad como el punto de reorden, determinan el nivel de disponibilidad del producto, lo cual puede causar costos por excedentes de producto o costos por faltantes de producto. Debido a ello se puede establecer un sistema para el control de inventarios que mejor se adapte al tipo de negocio y en donde se establezcan los límites del inventario y el punto de reorden.

La elección del sistema de control de inventarios depende de la complejidad del contexto de operación, la cantidad de productos que deben ser controlados, la cantidad de lugares donde el inventario debe ser almacenado, y de la disponibilidad de información en tiempo real para apoyar las políticas de control de inventario (Frazelle, 2002).

Existen tres tipos de políticas de control de inventarios: control de inventario de distribución, donde se enfoca este proyecto, control de inventario de manufactura, y control de inventario situacional. Las políticas de control de inventario de distribución están organizadas en tres categorías: control de inventario manual, esquemas básicos de reaprovisionamiento y políticas de control avanzadas.

Al haber en ALRO una alta cantidad de SKU, se requiere mucho control en un corto plazo, ya que la empresa debe mantenerse al ritmo de la demanda aprovechando al máximo los recursos que tiene. Para esto es fundamental trabajar con un modelo de abastecimiento que se adapte a la situación de ALRO, para lo cual son indispensables los análisis realizados en el plan de demanda, y así poder desarrollar un plan de abastecimiento que cumpla con los objetivos definidos. Este modelo se va a diseñar en el capítulo III correspondiente a la etapa de diseño, una vez que se diagnostique la problemática actual en ALRO en el capítulo II.

1.6. Metodología general

A partir de la teoría y las necesidades encontradas de ALRO, se presenta a continuación la metodología general para el desarrollo de las tres etapas del proyecto.

Cuadro 1. Metodología general de la etapa de Diagnóstico

Diagnóstico		
Actividades	Herramienta	Resultado
Análisis de la entrada y procesamiento de pedidos	Diagrama de tortuga	* Variables que intervienen * Controles e indicadores
	Diagrama BPMN	* Descripción del procedimiento
	ABC de ventas y ABC de unidades por cliente	* Perfil de pedido de los clientes
Análisis de las políticas de servicio al cliente	Diagrama de tortuga	* Políticas de servicio al cliente * Controles e indicadores
	Diagrama BPMN	* Descripción del procedimiento
Análisis de métricas de desempeño de la satisfacción del cliente	Fill rate de ALRO	* Índice de nivel de servicio
	Índice de devoluciones	* Influencia de las devoluciones en los inventarios
Análisis del proceso para planificar la demanda	Diagrama de tortuga	* Variables que intervienen * Controles e indicadores
	Diagrama BPMN	* Descripción del procedimiento
Estudio comparativo entre el proceso de planificación de la demanda en ALRO y los principios de pronósticos de Frazelle	Lista de chequeo	* Índice de conformidad
Análisis de métricas de desempeño de los pronósticos	Errores de pronóstico	* Índices de error de pronóstico
Análisis del proceso de planificación del abastecimiento	Diagramas de tortuga	* Variables que intervienen * Controles e indicadores
	Diagramas de Procesos de Negocio	* Descripción del procedimiento
Análisis comparativo de las iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario de ALRO y las propuestas por Frazelle	Lista de chequeo	* Índice de conformidad
Análisis de métricas de desempeño del abastecimiento	Rotación de inventarios	* Movimiento del inventario promedio
	Días de Inventario	* Cobertura del inventario promedio
	Matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario	* Índice de inventario con riesgo intermedio y elevado de excedentes.
Análisis de causa raíz de problemática encontrada	Lluvia de ideas	* Múltiples causas de excedentes de inventario
	Diagrama Ishikawa	* Recopilación de las causas de excedentes de inventarios
Definición de oportunidades de mejora	Análisis de aprovechamiento de recursos	* Oportunidades de mejora

Cuadro 2. Metodología general de la etapa de Diseño

Diseño		
Actividades	Herramienta	Resultado
Definición de insumos para procesos de Servicio al cliente, Planificación de la demanda y Planificación del abastecimiento.	Investigación teórica	Insumos de los procesos
Determinación de actividades para los procesos estudiados.	Investigación teórica	Actividades de los procesos
Definición de salidas para los procesos estudiados.	Investigación teórica	Salidas de los procesos
Definición de indicadores para evaluación y control de los procesos estudiados.	Investigación teórica	Indicadores de procesos
Integración de los procesos estudiados.	Diagrama de procesos	Diagrama del modelo conceptual de ALRO
Creación de procedimientos y metodologías de los procesos estudiados.	Diagramas de Procesos de Negocio	Procedimientos y metodologías para aplicar el modelo conceptual de ALRO
Análisis de limitaciones de herramienta programada para implementación de procedimientos y metodologías	Benchmarking Entrevistas	Limitaciones de herramienta
Diseño de herramienta programada	Ingeniería de requerimientos Casos de uso Fórmulas	Prototipo de herramienta programada

Cuadro 3. Metodología general de la etapa de Validación

Validación		
Actividades	Herramienta	Resultado
Cuantificación de la mejora del error de pronóstico por SKU	Errores de pronóstico	Exactitud del pronóstico por SKU
Evaluación de la selección del modelo de pronóstico por SKU	Señal de rastreo	Señal de rastreo por SKU
Medición de reducción de excedentes	Matriz de riesgos de excedentes y faltantes	Inventario con riesgo medio de excedentes Inventario con riesgo alto de excedentes
Medición de reducción de faltantes	Matriz de riesgos de excedentes y faltantes	Inventario con riesgo medio de faltantes Inventario con riesgo alto de faltantes
Análisis del Costo Total Relevante	Costo Total Relevante	Costo de adquisición Costo de tenencia de inventario Costo de pedido
Evaluación de impacto en liquidez al eliminar SKUs CC	Perfil de pedido Análisis de Costo Total Relevante	Ahorro anual y mejora en liquidez
Cuantificación de nivel de servicio	Nivel de servicio	Nivel de servicio por SKU
Aprobación de modelo conceptual y procedimientos propuestos	Taller de capacitación Encuesta de aprobación	Aprobación del modelo conceptual y de los procedimientos por parte de la empresa
Aprobación de diseño de herramienta programada	Prueba piloto	Aprobación del diseño de la herramienta programada por parte de la empresa

1.7. Cronograma

A continuación se encuentra el cronograma de actividades con sus respectivas duraciones para llevar a cabo las tres etapas del proyecto.

Cuadro 4. Cronograma de la etapa de Diagnóstico

Etapa: Diagnóstico	
Semana	Actividad
Semanas 1 y 2	Análisis de la entrada y procesamiento de pedidos
Semanas 3 y 4	Análisis de las políticas de servicio al cliente
Semanas 5, 6 y 7	Análisis de métricas de desempeño de la satisfacción del cliente
Semanas 8, 9 y 10	Análisis del proceso para planificar la demanda
Semanas 11 y 12	Estudio comparativo entre el proceso de planificación de la demanda en ALRO y los principios de pronósticos de Frazelle
Semanas 13, 14, 15 y 16	Análisis de métricas de desempeño de los pronósticos
Semanas 17, 18 y 19	Análisis del proceso de planificación del abastecimiento
Semanas 20, 21 y 22	Análisis comparativo de las iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario de ALRO y las propuestas por Frazelle
Semanas 23, 24, 25, 26 y 27	Análisis de métricas de desempeño del abastecimiento
Semanas 28 y 29	Análisis de causa raíz de problemática encontrada
Semana 30	Definición de oportunidades de mejora

Cuadro 5. Cronograma de la etapa de Diseño

Etapa: Diseño	
Semana	Actividad
Semana 31	Definición de insumos para procesos de Servicio al cliente, Planificación de la demanda y Planificación del abastecimiento.
Semanas 32 y 33	Determinación de actividades para los procesos estudiados.
Semana 34	Definición de salidas para los procesos estudiados.
Semanas 35 y 36	Definición de indicadores para evaluación y control de los procesos estudiados.
Semanas 37 y 38	Integración de los procesos estudiados.
Semanas 39, 40, 41 y 42	Creación de procedimientos y metodologías de los procesos estudiados.
Semana 43	Análisis de limitaciones de herramienta programada para implementación de procedimientos y metodologías
Semanas 44, 45, 46 y 47	Diseño de herramienta programada

Cuadro 6. Cronograma de la etapa de Validación

Etapa: Validación	
Semana	Actividad
Semanas 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 y 59	Cuantificación de la mejora del error de pronóstico por SKU
	Evaluación de la selección del modelo de pronóstico por SKU
Semanas 60, 61 y 62	Medición de reducción de excedentes
	Medición de reducción de faltantes
Semanas 63, 64 y 65	Análisis del Costo Total Relevante
	Evaluación de impacto en liquidez al eliminar SKUs CC
	Cuantificación de nivel de servicio
Semana 66	Aprobación de modelo conceptual y procedimientos propuestos
	Aprobación de diseño de herramienta programada

Capítulo 2. Diagnóstico

2. Diagnóstico

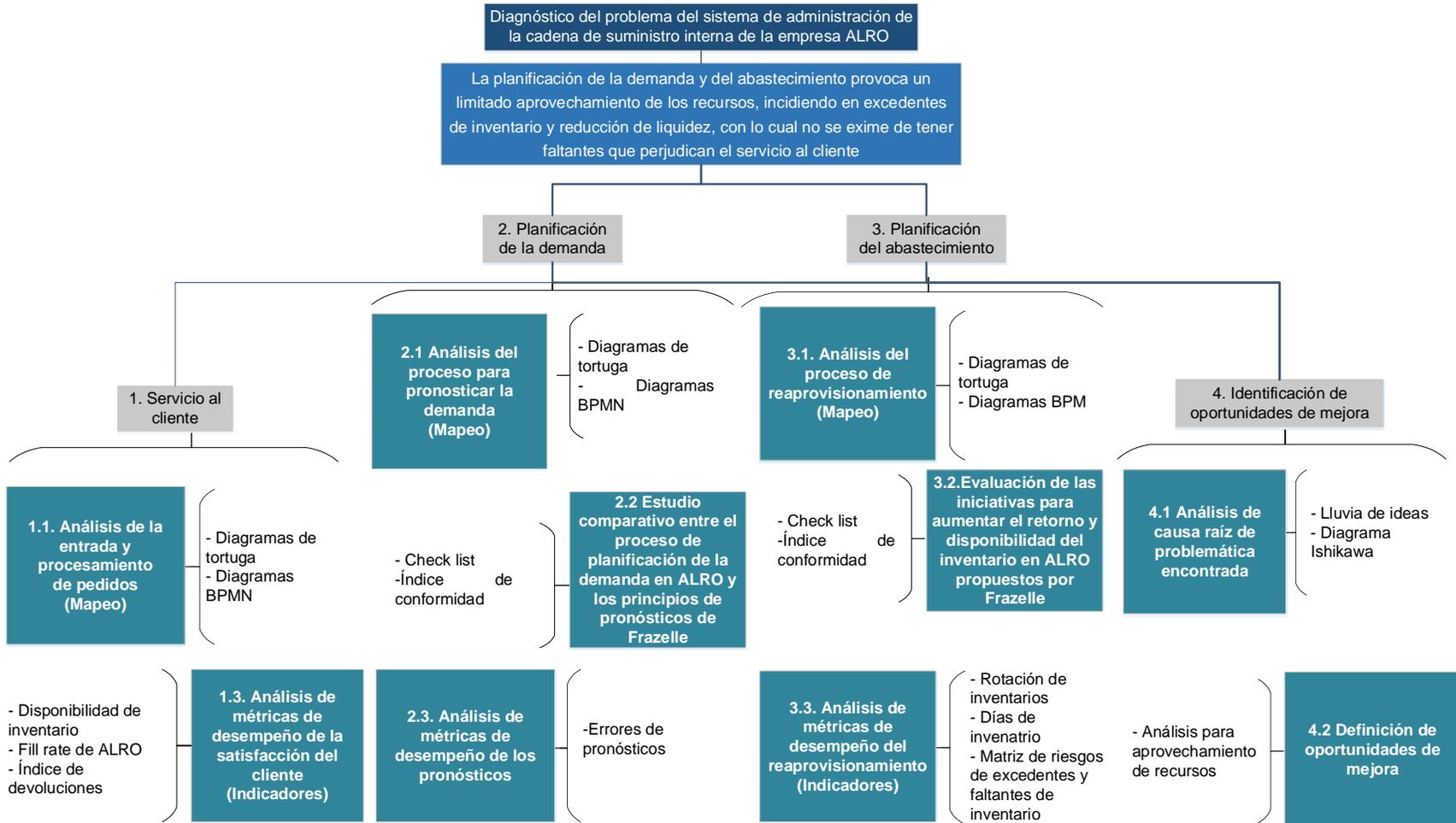
2.1. Introducción

En el capítulo anterior se observa que, con el sistema actual de administración de la cadena de suministro interna, el 44,7% del inventario promedio total presenta riesgo elevado e intermedio de excedentes. Esto se convierte en un costo de oportunidad para ALRO, ya que implica invertir el dinero en un activo que tarda hasta 17 meses en convertirse en un activo circulante, es decir, la liquidez está siendo afectada por estos hechos. En este capítulo se pretende diagnosticar esta situación.

Para una mejor comprensión del contexto a diagnosticar se desarrolla un mapa mental de diagnóstico (Figura 1. Mapa mental de la etapa de Diagnóstico), el cual consta de 3 variables basadas en los macro procesos de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2008). En este se presentan las 3 variables que se van a estudiar para cubrir el problema encontrado. Las tres primeras pertenecen al macro proceso de administración de la cadena de suministro interna, y la cuarta variable corresponde a las oportunidades de mejora a encontrar según el estudio que se desarrolle en cada una de las anteriores.

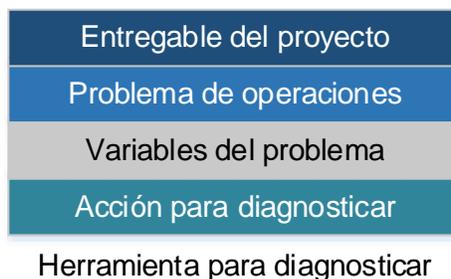
La primera variable, servicio al cliente, se ve afectada por la segunda y la tercera variable, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, respectivamente. Por lo tanto, se analizará el impacto que tienen estas dos variables en el servicio al cliente de la organización ALRO. El nivel de servicio al cliente permite medir la disponibilidad del producto, y así conocer la cantidad de demanda del cliente satisfecha. Al existir una alta disponibilidad de producto se puede aumentar la demanda satisfecha, sin embargo, se debe incurrir en un mayor costo y como consecuencia se puede caer en la tenencia de excedentes de inventario; y por el contrario, si se planifica disminuir los inventarios y por ende los costos, es probable que existan faltantes (Chopra & Meindl, 2008). Por esto, es necesario calcular el nivel óptimo de disponibilidad del producto, el cual maximiza la rentabilidad de la cadena de suministro, logrando un equilibrio entre el nivel de disponibilidad y el costo del inventario (Chopra & Meindl, 2008). Para lograrlo, es indispensable una buena planificación de la demanda y del abastecimiento.

Figura 1. Mapa mental de la etapa de Diagnóstico



El significado de los colores utilizados en el mapa se explica a continuación para su mejor comprensión:

Figura 2. Simbología de mapa mental de la etapa de Diagnóstico



Como objetivo general de este capítulo se tiene identificar las causas que generan excedentes en el sistema de administración de la cadena de suministro interna, con el fin de cuantificar los efectos económicos en ALRO.

A partir de este objetivo y las variables del mapa mental se definen como objetivos específicos los siguientes:

- Identificar el perfil de pedido de los clientes y evaluar el servicio al cliente, para determinar los parámetros a considerar en las políticas de servicio.
- Determinar las causas y efectos de la incertidumbre en la estimación de la demanda, para así conocer las necesidades del modelo actual de planeación de la demanda.
- Evaluar las prácticas de planificación del abastecimiento, para identificar las actividades donde se pueden disminuir los costos.
- Determinar la causa raíz de los excedentes de inventarios, con el fin de visualizar las necesidades que presentan los procesos de planificación de la demanda y del abastecimiento.

2.2. Servicio al Cliente

La variable servicio al cliente estudia el momento en que ALRO se relaciona con el cliente, y para esto se debe analizar el funcionamiento del proceso de entrada y procesamiento de pedidos de los clientes, ya que es vital para conocer el perfil de pedido de los clientes y la satisfacción de su demanda.

Por lo tanto, en el siguiente apartado se hace una descripción de cómo se lleva a cabo la entrada y procesamiento de los pedidos de los clientes en ALRO.

2.2.1. Análisis de la entrada y procesamiento de pedidos

Para este análisis se decide utilizar dos herramientas, el diagrama de tortuga y el diagrama de proceso de negocio (BPD por sus siglas en inglés).

El diagrama de tortuga identifica en primer lugar las entradas del proceso, luego explica con qué se lleva a cabo, con quién, cómo y la medición que se realiza para evaluar el proceso, y por último se mencionan las salidas del mismo.

Para el proceso de entrada y procesamiento de pedidos se tiene el siguiente diagrama de tortuga:

Figura 3. Diagrama de tortuga del proceso de entrada y procesamiento de pedidos



En este diagrama se puede ver que el proceso inicia cuando entra un pedido del cliente o cuando se solicita una devolución de producto, lo cual se lleva a cabo por medio de correo electrónico, una llamada telefónica o una visita al cliente, y está a cargo de las encargadas de servicio al cliente o los asesores de venta. De esto se obtiene una orden de compra nueva, y en caso de haber faltantes, un registro de estos, y en caso de haber devoluciones, una nota de crédito. Finalmente el proceso se evalúa por medio de la disponibilidad del producto y las devoluciones (Rodríguez, 2015). Para entender de manera más clara cómo se lleva a cabo todo esto, se realiza el BPD, donde se describen las actividades del proceso.

Para la realización de este diagrama se utiliza la notación de modelado de procesos de negocio (BPMN por sus siglas en inglés), la cual proporciona un lenguaje usual para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente (Tocto, 2011).

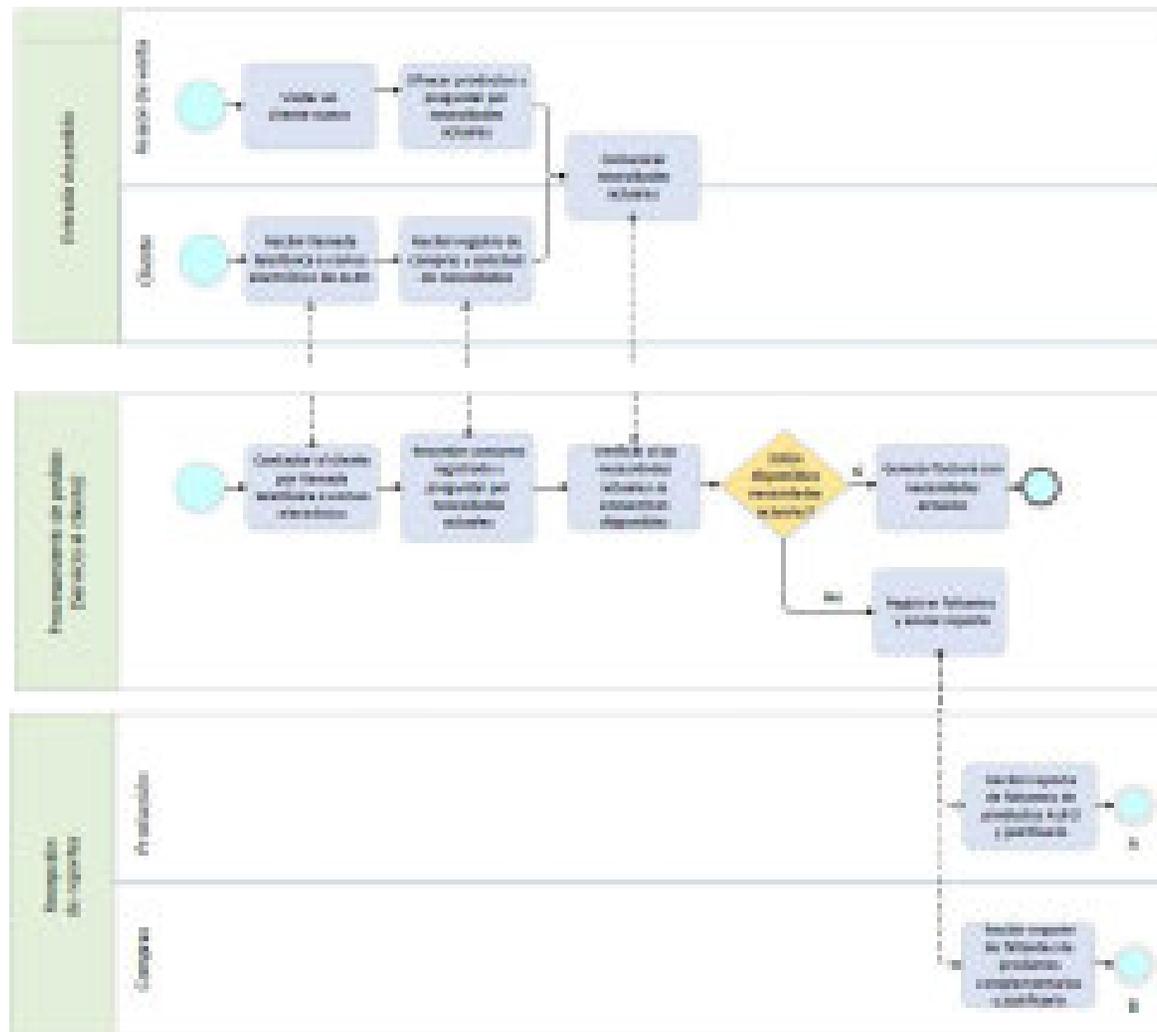
La notación utilizada para los diagramas de este proyecto se detalla a continuación:

Figura 4. Simbología BPMN

Símbolo	Significado
	Swimlane
	Actividad
	Puerta de enlace
	Flujo de secuencia
	Flujo de mensajes
	Evento de inicio
	Evento intermedio
	Evento de finalización

Seguidamente se encuentra el diagrama BPD del proceso de entrada y procesamiento de pedidos de ALRO:

Figura 5. BPD del proceso de entrada y procesamiento de pedidos



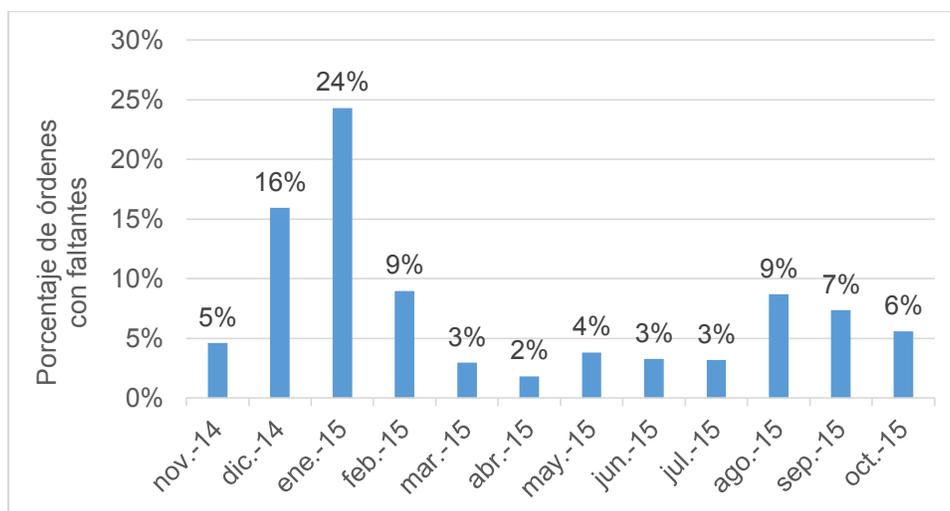
En este diagrama se observa que la entrada de un pedido se puede dar de dos maneras, el asesor de ventas visita al cliente y le pregunta por sus necesidades para hacérselas saber a las encargadas de servicio al cliente de ALRO, o ellas mismas contactan al cliente por vía telefónica o correo electrónico, según las preferencias del cliente. Posteriormente, la encargada de servicio al cliente verifica que las necesidades se encuentren disponibles en inventario, y en caso de que sí estén, procede a realizar la factura, y en caso de que no, registra los faltantes y envía un reporte a los respectivos responsables, ya sea al jefe de producción si se trata de productos ALRO o al encargado de compras si son productos complementarios. Estos al recibir este reporte, deben justificar el por qué no está ese producto disponible, y se procede a buscar una solución para el cliente, generando así una lista de órdenes pendientes (Frazelle, 2002).

Sin embargo, para este momento deben considerarse dos escenarios extremos, ya que la demanda que surge cuando el producto está agotado se aplaza y se surte más adelante (*backorder*), o se pierde la demanda que se presenta cuando no hay producto en inventario. La realidad en ALRO en la mayoría de los casos es un punto intermedio, ya que parte de la demanda se pierde y otros clientes regresan hasta cuando el producto está en inventario (Chopra & Meindl, 2008).

En ALRO lo que se hace actualmente es registrar si el pedido se entregó tarde o si no se envió del todo, sin embargo, no siempre se maneja el detalle de los faltantes, ya que solo en algunas ocasiones se anota la cantidad de producto que no estaba disponible. Para esto sería importante registrar la información de manera que se pueda analizar por código de SKU y por código de cliente, el cual se debe corregir porque en ocasiones un mismo código se utiliza para varios clientes en la base de datos actual. Además, es necesario registrar la cantidad de cada unidad faltante y su respectivo precio en el momento, para que de esta forma sea posible hacer un análisis del impacto económico de la situación.

En ALRO esta situación ocurre todos los meses, a pesar de la existencia de excedentes de inventario que se menciona en el capítulo anterior. A continuación, se observa la frecuencia con que ocurren estos faltantes en el período que comprende entre Noviembre del 2014 a Octubre del 2015, ya que es el período registrado hasta el momento.

Gráfico 2. Frecuencia de faltantes (Noviembre 2014 – Octubre 2015)



Los meses de diciembre y enero representan temporada alta para ALRO, ya que en esta época hay un gran aumento en las visitas a los centros comerciales y los hoteles, debido a que los centros educativos se encuentran en vacaciones y se celebra navidad y año nuevo (Rodríguez, 2015). Se puede creer que por esta razón ocurren los faltantes, ya que esta estacionalidad no está siendo considerada totalmente en la planificación de la demanda. Esto se va a diagnosticar con más detalle en el apartado de la variable de planificación de la demanda.

Al analizar los faltantes que se presentan en el Gráfico 2. Frecuencia de faltantes, se encuentra que en el período analizado, el 72% de las veces que ALRO no tiene producto disponible en el momento que el cliente lo solicita, este se logra vender tardíamente, es decir, este porcentaje corresponde a *backorders*. Y el 28% restante representa las veces que la empresa pierde la venta por no tener disponibilidad de inventario. Ambos escenarios son perjudiciales para ALRO, ya que pone en riesgo el servicio al cliente, sin embargo, si se incrementa el nivel de inventario de seguridad para satisfacer más pedidos y disminuir la demanda aplazada, se disminuye el costo de *backorders*, pero el costo de mantener el inventario aumenta, por lo que debe elegirse el nivel de inventario de seguridad que minimice los costos de *backorders* y de mantener el inventario (Chopra & Meindl, 2008).

La entrada de pedidos varía con respecto al tipo de cliente, por lo tanto, es necesario entender el perfil de actividad del cliente (CAP por sus siglas en inglés), el cual da a conocer la actividad de ventas por cliente y por SKU en dinero, número de órdenes, número de líneas por orden, por unidades, entre otros. Este perfil es un ingrediente clave a la hora de desarrollar uno de los elementos más importantes en la estrategia logística: la política de servicio al cliente, ya que no todos los clientes y no todos los SKU crean el mismo nivel o tipo de demanda. Uno de los perfiles de actividad del cliente más utilizado es el del perfil Cliente-SKU, el cual revela la cantidad de ventas alcanzadas en SKU de categoría A por parte de clientes A, de SKU de categoría A por parte de clientes B, así sucesivamente hasta llegar a los SKU de categoría C por parte de clientes (Frazelle, 2002).

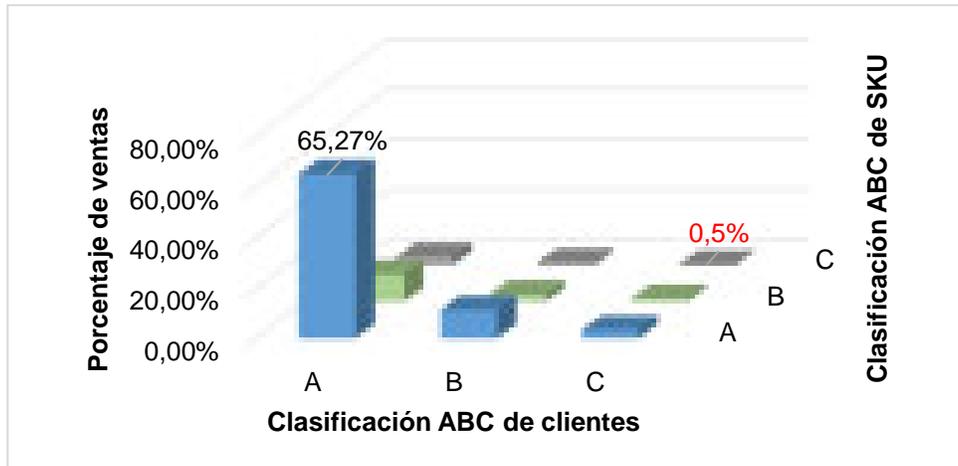
Para estudiar el perfil de actividad de ventas Cliente-SKU (CISAP por sus siglas en inglés) de ALRO se realiza un gráfico donde se considera un ABC de clientes por ventas en dinero y un ABC de SKU por el mismo criterio, en el período de Enero a Octubre del 2015, ya que las ventas suministradas de los años 2014 y 2013 no estaban completas, haciendo falta las ventas de Julio a Diciembre del 2014, esto debido a problemas con el cambio de sistema informático en ALRO. Al analizar el ABC de clientes por ventas en dinero de este lapso de tiempo se encuentra que apenas el 8% de los clientes generan el 80% de las ventas en ALRO (Apéndice 6.), y en el ABC de SKU por ventas en dinero del mismo período se tiene que el 35% de los SKU representa el 80% de las ventas (Apéndice 7. Clasificación ABC de SKUs por ventas en dinero (Enero 2015 – Octubre 2015)).

Estos dos resultados, nos indican que el 80% de las ventas son generados por pocos clientes (182 clientes) y relativamente por pocos SKU (216 SKU). Al unir estos dos ABC, se obtiene el mencionado perfil de actividad de ventas Cliente-SKU, el cual es una distribución conjunta que revela la cantidad de dinero alcanzado en nueve segmentos de negocio. Este perfil muestra las ventas alcanzadas en clientes A-SKU A, clientes A- SKU B,..., clientes C-SKU C. Este destaca las diferencias en las actividades logísticas en diferentes entradas de la misma empresa. Por ejemplo, comúnmente hay pocos clientes, pocos SKU, altos volúmenes, altos ingresos, e intensa

competencia en el segmento AA. Y es común que haya muchos clientes, muchos SKU, bajos volúmenes, bajos ingresos, y de poca a nula competencia en la categoría CC. Por lo tanto, la estrategia logística debe reflejar estos contrastes (Frazelle, 2002).

A continuación se presenta el gráfico que representa el perfil de actividad de ventas Cliente-SKU de ALRO:

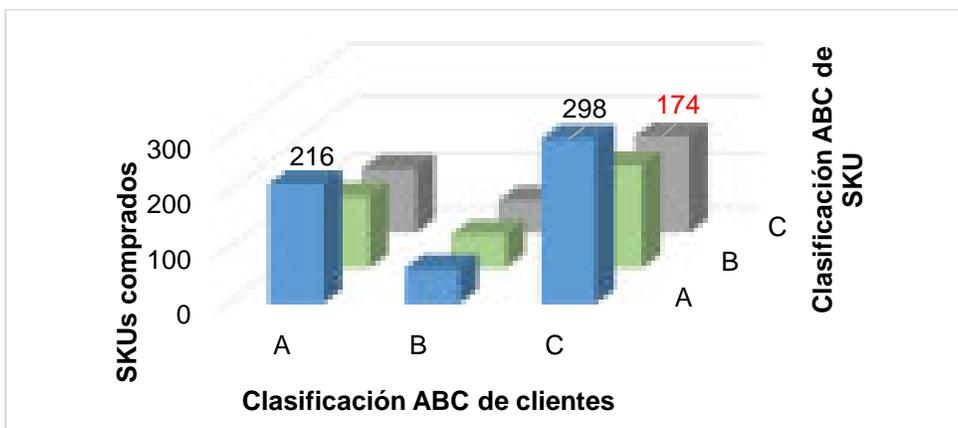
Gráfico 3. Perfil de actividad de ventas en dinero (Enero 2015 – Octubre 2015)



El Gráfico 3 muestra que el 65% de las ventas las genera el segmento AA, en el cual hay solamente 177 clientes (7,7%), 92 SKU (12%), que representan ingresos de ¢851,5 millones. El segmento CC equivale apenas al 0,5% de las ventas de ALRO, y cuenta con 742 clientes (32,1%), 194 SKU (25,4%), lo cual representa ¢6,2 millones de ingresos para ALRO.

Una variación común del CISAP es el perfil de actividad de ventas de SKU, el cual indica el número de SKUs que son adquiridos en diferentes segmentos de negocio. Esto se podría utilizar en el caso de querer eliminar SKUs del perfil de servicio (Frazelle, 2002). Para el caso de ALRO se obtiene el siguiente perfil de actividad:

Gráfico 4. Perfil de actividad de ventas de SKU (Enero 2015 – Octubre 2015)



El Gráfico 4 muestra que hay 174 SKUs que se encuentran dentro de la categoría C que son comprados por clientes C, por lo tanto, son candidatos a ser eliminados. Además, se tiene que

el 48% de los SKU A (298 SKUs) son comprados por clientes C, y el 35% de SKU A (216 SKUs) son adquiridos por clientes A. Esto quiere decir que tanto los clientes A como los clientes C se enfocan en comprar una gran variedad de productos, mientras que los demás se caracterizan por comprar menos variedad.

Una vez que se identifica el perfil de pedido de los clientes de ALRO, es importante conocer el nivel de servicio que se les está ofreciendo, y a partir de esto tener un panorama del desempeño del servicio al cliente. En el siguiente apartado se analiza la situación en la que se encuentra ALRO con respecto al servicio ofrecido a sus clientes, de manera que se puede conocer si este está alineado a su perfil de pedido o no.

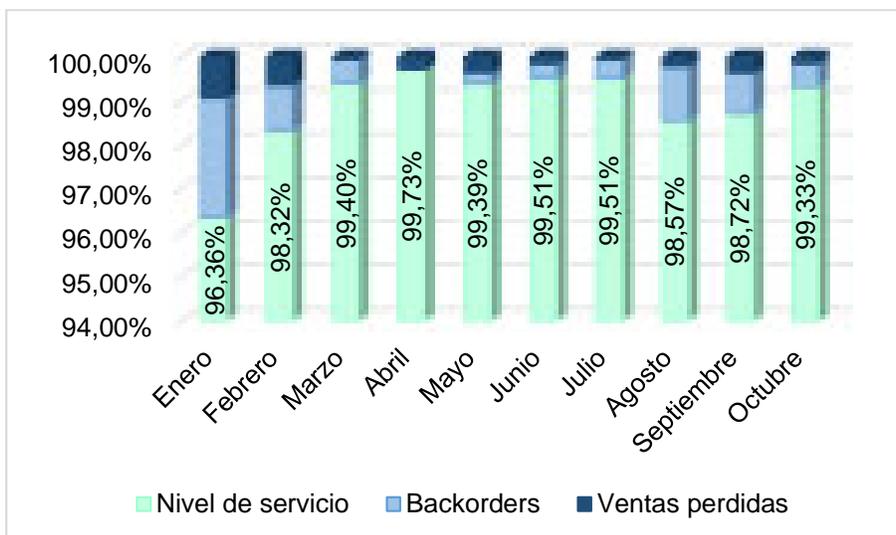
2.2.2 Análisis del desempeño del servicio al cliente

Para evaluar la variable de servicio al cliente es necesario medir la disponibilidad de inventario, la cual se puede medir por medio del indicador de nivel de servicio al cliente, descrito por la siguiente fórmula (Ballou, 2004):

$$\text{Nivel de servicio al cliente} = 1 - \frac{\text{cantidad de líneas con faltantes}}{\text{cantidad de líneas solicitadas}} \quad (9)$$

En el registro de faltantes que llevan las encargadas de servicio al cliente de ALRO se puede cuantificar la cantidad de veces que hubo faltantes, como ya se observó en el Gráfico 2. Frecuencia de faltantes, y con los datos de las ventas tanto de productos ALRO como de los complementarios, se obtiene la cantidad de líneas de SKU solicitadas por los clientes. Por lo tanto, con esta información, se calcula el nivel de servicio al cliente, con lo que se tiene que el nivel de servicio general es de 98,86%. En el siguiente gráfico se muestra el detalle del nivel de servicio por mes:

Gráfico 5. Nivel de servicio (Enero 2015 - Octubre 2015)



El Gráfico 5 muestra que el nivel de servicio ofrecido por ALRO de Enero a Octubre del 2015 se ha mantenido entre 96,36% y 99,73%, lo cual se podría calificar como bueno por estar muy cerca del 100%, sin embargo, es conveniente hacer un registro y posterior análisis tanto de este nivel de servicio como de su complemento, el cual está conformado por *backorders* y por ventas

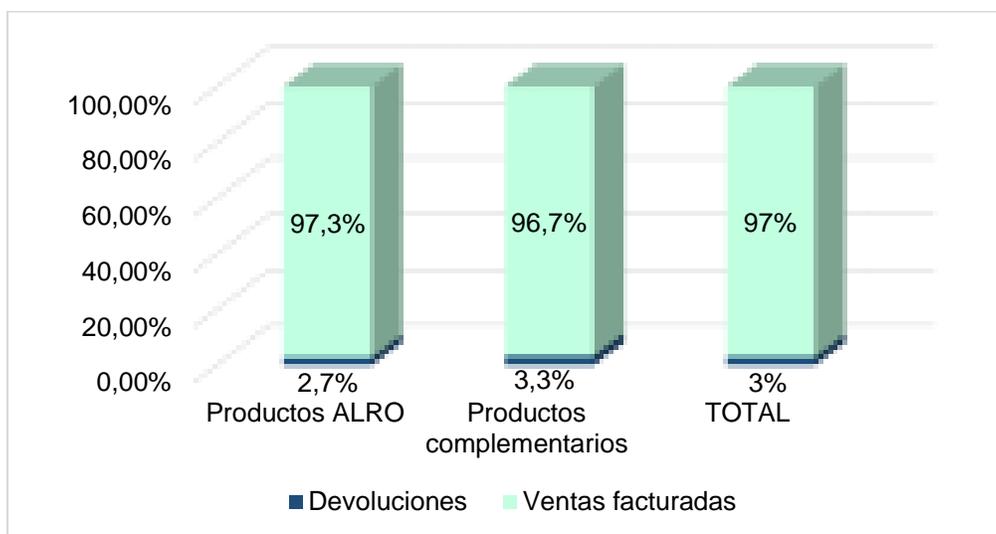
perdidas, esto con el objetivo de cuantificar el costo de los faltantes y el costo de mantener el inventario, para al final compararlos y poder tener un panorama más claro sobre qué es lo más conveniente para ALRO. Actualmente no se están registrando los faltantes con claro detalle, por lo que es imposible cuantificar los costos mencionados.

A nivel general, se tiene que el 0,82% de las veces que un cliente de ALRO solicita un pedido, se genera una *backorder*, es decir, se le entrega tardíamente, y el 0,31% de las veces se pierde la venta definitivamente. Si se quisiera ver de otra manera, cada vez que hay un faltante, el 72% de las veces se logra entregar el pedido aunque sea más tarde, pero el 28% restante se pierde la venta.

Si se quisiera conocer el nivel de servicio por tipo de producto, ya sean productos ALRO o productos complementarios, se debe detallar el tipo de producto en el registro de faltantes, ya que actualmente no se puede cuantificar este nivel con los datos existentes.

Por otra parte, está el tema de las devoluciones, las cuales implican también un inconveniente en el servicio al cliente, ya que significa alguna disconformidad del cliente. La situación en ALRO con respecto a las devoluciones se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 6. Ventas y devoluciones de ALRO (Agosto 2014 - Mayo 2015)



Se puede ver que del total de las ventas que representan ₡1,1 millones, el 3% terminan siendo devueltas, lo que significa ₡34 millones menos en la liquidez de ALRO.

Analizando este hecho específicamente para los productos ALRO y los productos complementarios, se nota un comportamiento similar, ya que se dan devoluciones en un 2,7% y 3,3% respectivamente. Las devoluciones de los productos se deben generalmente a errores tanto en la solicitud del cliente, que pide un producto diferente al que realmente quiere, como en la facturación por parte de las encargadas de servicio al cliente, que anotan cantidades o productos diferentes a los solicitados. Sin embargo, no se cuenta con información detallada de los casos de devoluciones tanto para productos ALRO como para productos complementarios.

A partir de lo analizado hasta el momento con respecto al servicio brindado a los clientes de ALRO, se pueden determinar ciertos parámetros a considerar en las políticas del servicio al

cliente en la empresa. Entre ellos se encuentra la prioridad que se debe dar a los clientes y a los productos que representan un mayor volumen de ventas.

Es necesario prestar especial atención a los 216 SKU de categoría A comprados por clientes A, ya que representan el 65% de las ventas de ALRO. Y seguidamente a los clientes y productos de los segmentos AB y BA que son los que más ventas generan después del segmento AA. Sin embargo, por el modelo de negocio de ALRO que incluye los productos complementarios en su catálogo con el fin de facilitar las necesidades del cliente para que adquieran todos los productos de limpieza en una sola compra, entonces no puede descuidar los productos de categorías B y C que consumen los clientes A, ya que por la competencia del mercado, es muy posible que estos clientes cambien de proveedor al hacerse imposible abastecer sus necesidades en una sola compra.

Con respecto a los clientes que no están siendo satisfechos al 100% por ALRO, no se conoce a cuál segmento de negocio del perfil de pedido del cliente pertenecen, ya que por la mala utilización de los códigos de los clientes en el registro de faltantes, no se conoce la clasificación de los clientes a los que se les está fallando en el servicio. Por lo tanto, es necesario que se registre esta información de manera adecuada para poder saber a cuál segmento de negocio del perfil de pedido del cliente pertenecen estos, y así a partir de esto dirigir la política de servicio al cliente hacia lo que más valor tiene para la empresa, evaluando las ventajas y desventajas económicas que representaría darle más importancia a un cliente que a otro.

2.3. Planificación de la Demanda

La variable planificación de la demanda, implica un estudio del procedimiento que lleva a cabo ALRO para crear el plan de venta. Se quiere conocer qué tan acertado es este plan y además, si se consideran los factores necesarios para calcular el pronóstico.

2.3.1. Análisis del proceso de planificación de la demanda

En ALRO se clasifican los productos según su proveedor en productos ALRO y productos complementarios, ya que los primeros son fabricados en ALRO y los otros son comprados a proveedores externos para comercializar solamente. El negocio principal de ALRO son los productos que se fabrican en su empresa, sin embargo, por necesidades del cliente se hizo necesario ampliar la oferta con ventas de productos complementarios, ya que se logra facilitar al cliente todo el pedido en productos de limpieza en una misma orden (Araya, 2015). De hecho, los productos complementarios se utilizan para consolidar la compra, pero el margen de ganancia es menor que el de los productos ALRO.

El proceso de planificación de la demanda para estos dos tipos de productos varía, por lo tanto, el análisis se debe hacer para cada tipo. A continuación se encuentra el estudio del proceso de planificación de la demanda de los productos ALRO.

2.3.1.1. Análisis del proceso de planificación de la demanda de los productos ALRO

De igual forma que con el proceso de entrada y procesamiento de pedidos, se utilizan dos herramientas para conocer el detalle de este proceso, el diagrama de tortuga y el BPD.

El siguiente diagrama de tortuga (Figura 6) muestra las entradas y salidas del proceso, así como el qué, con quién y el cómo se lleva a cabo, además de las mediciones que se utilizan para medir el desempeño del proceso de planificación de la demanda de los productos ALRO.

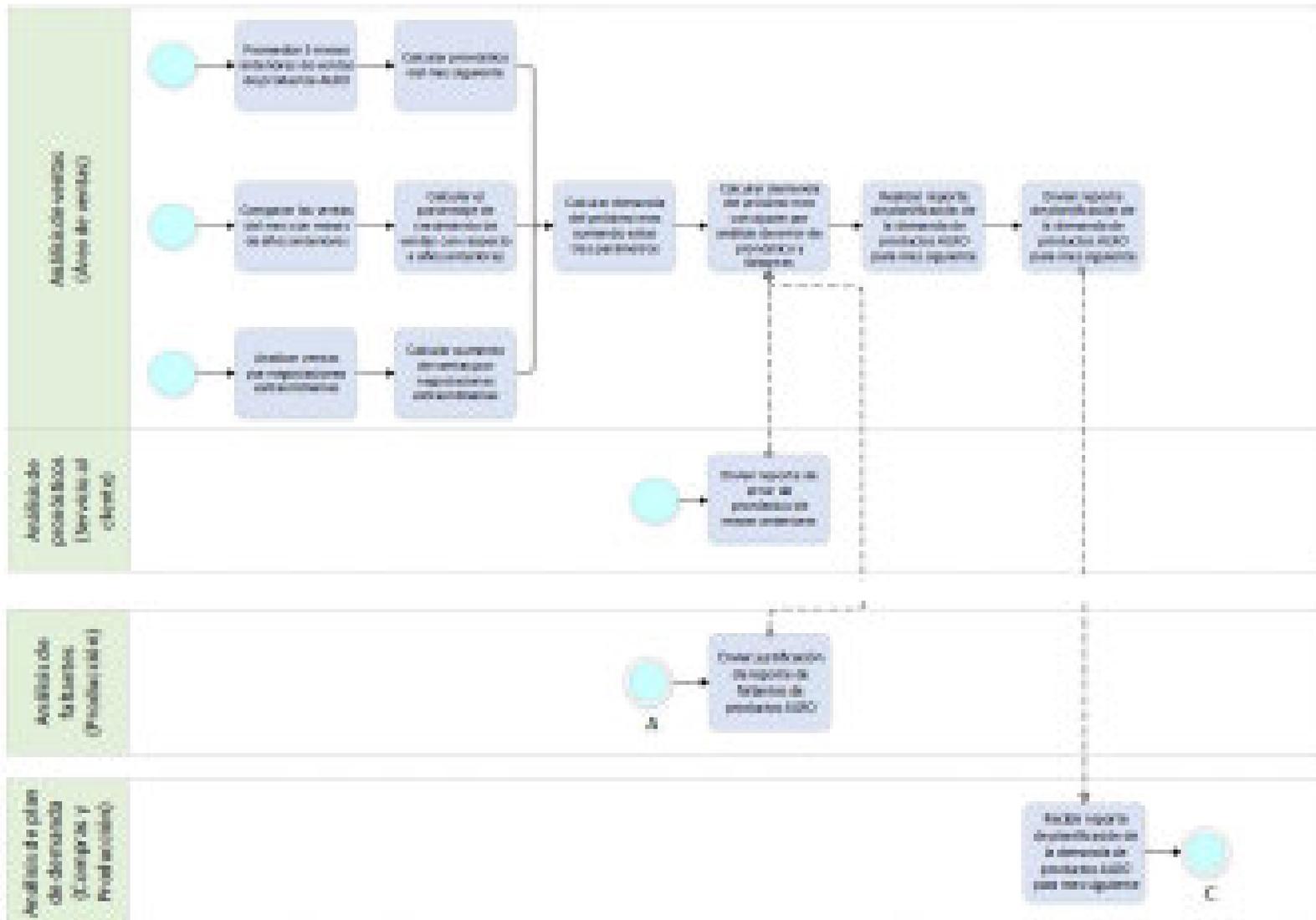
Figura 6. Diagrama del proceso de planificación de la demanda de productos ALRO



La Figura 6 muestra que para llevar a cabo la planificación de la demanda de productos ALRO se utiliza las ventas y no la demanda. Para esto requiere el promedio de ventas de tres meses anteriores, el porcentaje de crecimiento de ventas con respecto al mismo mes o época en años anteriores y las ventas por negociaciones extraordinarias. Para obtener el promedio de ventas se requiere de una computadora con Microsoft Excel donde se pueda registrar y calcularlo, y para determinar el crecimiento y las negociaciones extraordinarias se realizan visitas a los clientes actuales y potenciales. Posteriormente se ajusta el pronóstico con el reporte de errores de pronósticos que realizan las encargadas de servicio al cliente. Todo esto se analiza en una reunión mensual entre los encargados de Producción, Ventas y Compras, y estos errores de pronóstico mensuales se utilizan como indicador para evaluar el proceso, además del crecimiento en las ventas que también lo utilizan para medir el proceso.

Para conocer más detalladamente cómo se lleva a cabo este proceso se realiza el BPD, donde se describen las actividades correspondientes. A continuación, se muestra el diagrama (Figura 7):

Figura 7. BPD del proceso de planificación de productos ALRO



En el diagrama se ve que para realizar el plan de demanda primeramente se requiere del análisis de tres datos. El primero de ellos es el promedio de los últimos tres meses de venta de productos ALRO, el cual representa el pronóstico del mes siguiente, es decir, actualmente se utiliza un promedio móvil simple. De seguido se analizan las ventas del mes a planear de años anteriores, a partir de las cuales se calcula el porcentaje de crecimiento de ventas, el cual se le aplica al pronóstico obtenido con el dato mencionado anteriormente. Y por último, se analizan las ventas por negociaciones extraordinarias para el mes que se desea hacer el plan, y se suman a los dos datos anteriores, creando así el plan de demanda base. Este análisis lo llevan a cabo los encargados de Ventas, Producción y Compras.

Seguidamente, estas tres personas analizan el reporte de error de pronósticos que envían las encargadas de servicio al cliente, y también el reporte de justificación de faltantes por parte del encargado de Producción, y a partir de esto ajustan la demanda calculada con los datos mencionados al inicio del proceso.

Finalmente, se realiza el reporte de planificación de la demanda de productos ALRO del mes siguiente, el cual es enviado a los encargados de Producción y Compras para darle seguimiento durante el mes.

Por otra parte, está la planificación de los productos complementarios de ALRO, los cuales implican un proceso diferente, el cual se analiza en el siguiente apartado.

2.3.1.2. Análisis del proceso de planificación de la demanda de los productos complementarios

Para analizar este proceso se utilizan las mismas herramientas que se usaron en los procesos anteriores, de las cuales se obtiene la siguiente información.

En el siguiente diagrama de tortuga se pueden observar las entradas y salidas del proceso, así como el qué, con quién y el cómo se lleva a cabo, además de las mediciones que se utilizan para medir el desempeño del proceso de planificación de la demanda de los productos complementarios de ALRO.

Figura 8. Diagrama del proceso de planificación de la demanda de productos complementarios

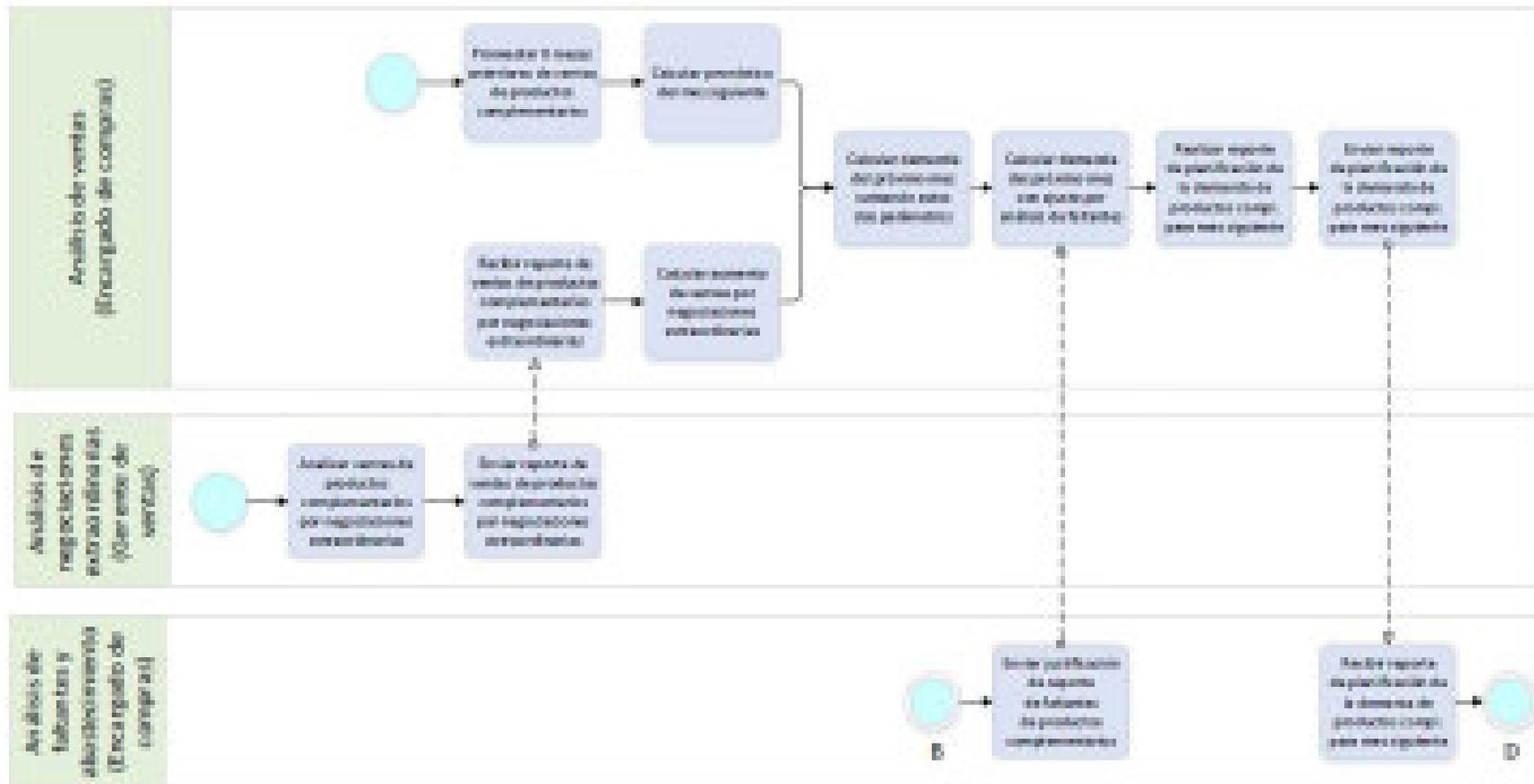


A diferencia del proceso de planificación de la demanda de los productos ALRO, para los productos complementarios se utiliza como elementos de entrada el promedio de ventas de los ocho meses anteriores al mes que se quiere planear, ya que un consultor de logística determinó que ocho meses era un período adecuado por el crecimiento en las ventas (Araya, 2015), y de igual forma se analizan las ventas por negociaciones extraordinarias. Cabe destacar que en este proceso no se analiza el crecimiento de ventas con respecto al mes en estudio de años pasados.

Este proceso se lleva a cabo también con una reunión presencial entre el encargado de ventas quien informa de las ventas extraordinarias y el encargado de compras quien hace lo demás, para así obtener finalmente la demanda planificada de productos complementarios para el mes siguiente. Para el control de esto no se realiza ninguna medición, lo cual hace difícil tomar acciones de mejora con respecto al proceso.

A continuación, se presenta el BPD del proceso en cuestión, en el cual se puede ver de manera más detallada el funcionamiento del mismo.

Figura 9. BPD del proceso de planificación de la demanda de productos complementarios



En este diagrama se ve que lo que da inicio al proceso de planificación de la demanda de los productos complementarios es el promedio de los ocho meses anteriores al mes que se quiere planificar, y a partir de esto se calcula el pronóstico de este mes. Posteriormente se recibe el reporte de ventas de productos complementarios por negociaciones extraordinarias por parte del gerente de ventas, el cual representa la cantidad a sumar al pronóstico calculado anteriormente. Otro dato que se consulta para ajustar el plan de demanda es el reporte de justificación de faltantes de productos complementarios que envía el encargado de compras, con el cual se realiza un ajuste al plan, y finalmente se realiza el reporte del plan de demanda de productos complementarios, que es enviado al encargado de compras.

Como se puede notar, en este proceso no se hace ningún tipo de análisis con respecto a los errores de pronósticos, de hecho, no se registran estos errores, por lo que resulta muy difícil mejorar el proceso, ya que al no controlarse esta variable no se puede tener un punto de partida para mejorarlo.

Tanto en la planificación de la demanda de los productos ALRO como de los productos complementarios se utiliza un promedio móvil simple, sin embargo, algunos productos presentan tendencia y estacionalidad, lo cual no se está considerando del todo para los pronósticos.

Para realizar los pronósticos en una empresa, Frazelle (2002) propone once principios que se deben aplicar, los cuales se van a analizar en el siguiente apartado comparándolos con el proceso de planificación de la demanda que lleva a cabo ALRO tanto para los productos que fabrican como para los que comercializan.

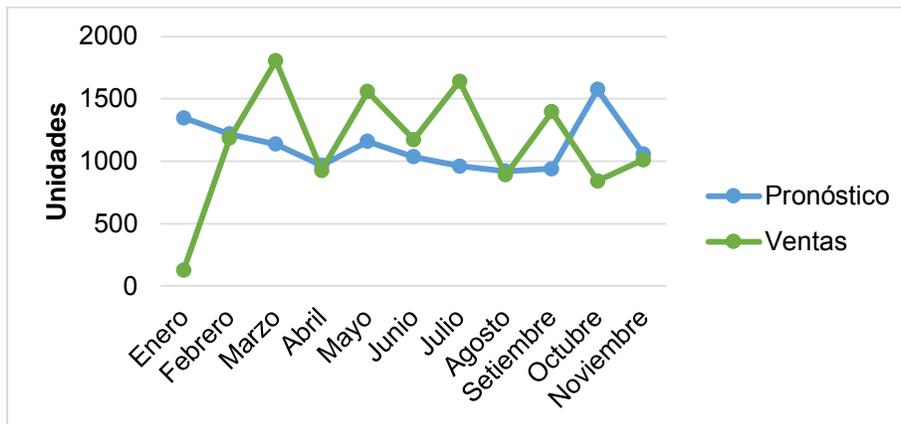
2.3.2. Estudio comparativo entre el proceso de planificación de la demanda en ALRO y los principios de pronósticos

El proceso de planificación de la demanda es un proceso clave en la cadena de suministro, ya que de él depende que el proceso de planificación del abastecimiento de los resultados esperados para poder satisfacer al cliente. Sin embargo, el proceso de planificación de la demanda tiene varias fuentes de error, de las cuales Frazelle (2002) define como principales las siguientes cuatro:

1. Negación: la negación es común a la hora de pronosticar porque raramente hay alguien en la empresa encargado de la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se cae en el error de asumir que la exactitud del pronóstico está mejorando cuando ni siquiera se está midiendo ni se está haciendo nada para mejorarla.

2. Sesgo: el sesgo es introducido en los pronósticos cuando la demanda real no es registrada, es decir, no se incluye la demanda insatisfecha (*backorders*, sustituciones, ventas perdidas) ni se excluye la demanda sobrepasada (órdenes canceladas y/o devoluciones) de los patrones de demanda utilizados para pronosticar la demanda futura. El sesgo también es provocado cuando la cultura organizacional tiene gran influencia en el proceso de planificación de la demanda, ya que si la empresa recompensa el optimismo, entonces el pronóstico probablemente va a sobreestimar la demanda futura, o si por el contrario la empresa tiende a ser pesimista, entonces el pronóstico va a subestimar la demanda futura. El sesgo en un pronóstico puede ser detectado, medido, y corregido. En ALRO, el sesgo del proceso de planificación de la demanda se mide mensualmente para los productos ALRO solamente, y por ejemplo, para el principal producto AA en ventas, el cloro 4% en la presentación de 3.785 ml, se tiene el siguiente resultado:

Gráfico 7. Ejemplo de sesgo de pronóstico en producto AA. Cloro 4% 3.785 ml



Primero que todo, es importante resaltar que lo que se utiliza actualmente en ALRO para calcular el sesgo del pronóstico son las ventas y no la demanda real como debería ser, y seguidamente, se puede observar que en Enero se sobreestima la demanda por un 91%, mientras que en Febrero, Abril, Agosto y Noviembre el sesgo es casi nulo (entre 3% y 4%), y en los 6 meses restantes el pronóstico subestima la demanda (desde un 13% hasta un 71%). Este análisis revela una cultura mayormente pesimista con respecto a las ventas, sin embargo, las ventas se consolidan, es decir, es posible que el inventario de seguridad pueda estar permitiendo que no se pierdan ventas, ya que de producirse exactamente lo que se planifica no se podría satisfacer una gran cantidad de pedidos importantes para el negocio. O bien se podría creer que el inventario producido cuando se sobrestima la demanda cubre el inventario de los meses donde se subestima la demanda. Al hablar con el jefe de producción, este dice que el comportamiento de ventas de este producto se ve afectado primordialmente por pedidos esporádicos de un cliente por cantidades superiores a las mil unidades, y que este se logra abastecer porque hay exceso de inventario en esa línea (Rodríguez, 2016).

3. Ignorancia: la ignorancia es introducida en el proceso de planificación de la demanda cuando hay falta de conciencia de tendencias industriales o económicas, información clave de los clientes, eventos de mayor promoción y/o cambio de precios, y/o indicadores de exactitud de los pronósticos. No siempre es fácil definir un indicador que pueda predecir el patrón de demanda, pero es necesario siempre llevar a cabo un ejercicio para identificar, capturar, e incorporar los indicadores que influyen los patrones de demanda. En ALRO no se trabaja con ningún indicador de patrones de demanda, lo que se utiliza para determinar la demanda es un promedio de las ventas, con el cual no se pueden apreciar comportamientos de la demanda.

4. Efecto látigo en la cadena de suministro: el efecto látigo de la cadena de suministro aumenta el error de pronóstico porque cada eslabón de la cadena crea un nuevo pronóstico, el cual incluye el error del pronóstico de su predecesor, y entonces el error se propaga exponencialmente a través de esta.

Para atacar estas fuentes de error, Frazelle (2002) ha establecido los siguientes 11 principios que se pueden aplicar a los pronósticos, y de este modo reducir su error al máximo. A continuación, se va a evaluar el cumplimiento de estos principios por parte de ALRO.

Principio 1: Eliminar el pronóstico

En caso de ser posible, se recomienda eliminar la necesidad de pronosticar o suponer, de este modo se alcanzaría el 100% de la exactitud sin pronosticar. Pero esto es posible solo si la empresa cuenta con algunas características, estas se pueden ver en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Revisión de características para eliminar pronósticos en ALRO

Características para eliminar pronósticos	Productos ALRO	Productos complementarios	Situación en ALRO
Se produce, ensambla, construye o se compra hasta recibir una orden de lo que el cliente requiere.	Se produce para almacenar.	Se compra para almacenar.	No aplica
Se utiliza información de demanda dependiente, es decir, se puede pronosticar un producto basado en la demanda de otro.	No existe dependencia entre productos.	No existe dependencia entre productos.	No aplica
Tiempos de entrega de proveedores son más cortos que el tiempo de espera del cliente.	La producción puede tardar de una semana a un mes, y el tiempo de espera del cliente es de 1 día.	El tiempo de entrega de los proveedores es de aproximadamente 3 días, pero el tiempo de espera del cliente es de 1 día.	No aplica

De esta forma se descarta la aplicación de este principio al proceso de planificación de la demanda tanto para productos ALRO como para productos complementarios.

Principio 2: Medir el error de pronóstico

Es necesario medir y controlar el error del pronóstico, ya que es muy difícil mejorar algo que no se mide ni se controla. Este error debe ser medido para cada SKU, categoría, región, y tipo de cliente. Esto es sumamente crítico para que la empresa tome decisiones estratégicas, por lo tanto, de no haberse podido aplicar el principio 1, es obligatorio cumplir con este principio.

Para el caso de ALRO, solamente se mide el error de pronóstico para los productos fabricados en ALRO, y se analiza por SKU solamente. Para los productos complementarios no se lleva un registro comparativo de los pronósticos y la demanda real, el proceso de planificación de la demanda simplemente implica el cálculo del promedio de ventas de los 8 meses anteriores.

Principio 3: Asignar un responsable de la exactitud del pronóstico

Si nadie es responsable de la exactitud de los pronósticos, el nivel de exactitud refleja la falta de responsabilidad. Como se menciona en el principio anterior, para los productos ALRO sí se registra el error del pronóstico, utilizando la siguiente fórmula:

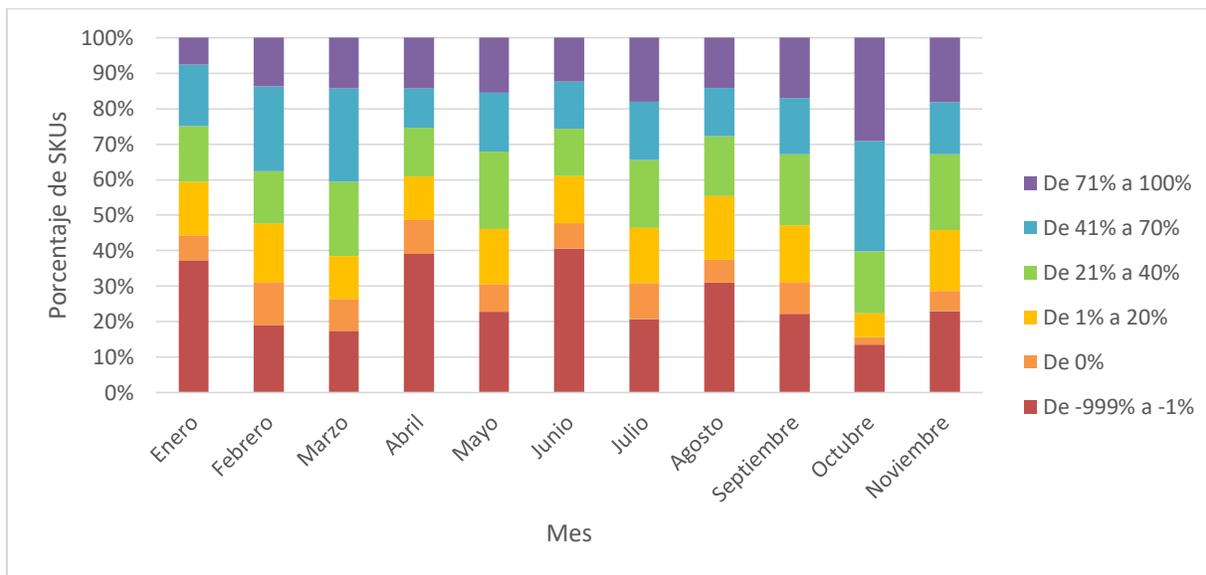
$$\text{Error de pronóstico en ALRO} = \frac{\text{Pronóstico} - \text{Demanda real}}{\text{Pronóstico}} \quad (10)$$

En ALRO se registra la justificación de los pedidos insatisfechos a tiempo, sin embargo, algunas justificaciones son repetitivas a lo largo de los meses como que no había del aroma o la

presentación solicitada, y los errores de pronósticos siguen siendo afectados de manera significativa.

En el siguiente gráfico se puede observar la situación en ALRO en cuanto a errores de pronóstico para sus productos de Enero del 2015 a Noviembre del 2015, período del cual se tienen registros.

Gráfico 8. Porcentaje de SKUs de productos ALRO según rango de error de pronóstico (Enero 2015 - Noviembre 2015)



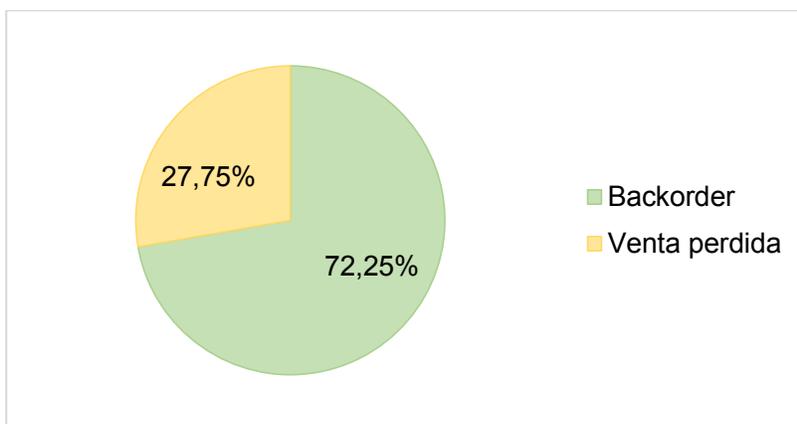
Se observa que hay un porcentaje alto de SKUs, aproximadamente el 26%, de los cuales se subestima la demanda. En estos casos, si no hay suficiente producto en inventario, se tiene como resultado un faltante significativo. Por otro lado, la demanda de aproximadamente el 52% de los SKUs es sobreestimada por más de un 20%, y por lo menos un 16% de esos SKUs presentan un error de pronóstico entre 71 y 100%, lo cual se convierte en excedentes de inventario. Por último, apenas un 22% de los SKUs se pronostican con un error entre 0% y 20%. Si bien es cierto se mide el error de pronóstico para los productos ALRO, parece que no existe un adecuado seguimiento de este, ya que un porcentaje muy alto de SKUs tienen error de pronóstico bastante malos. Finalmente, en ALRO sí existe un responsable de la exactitud del pronóstico, el gerente comercial, sin embargo, resulta necesario un control más significativo sobre esta información, ya que sus resultados están siendo poco favorables para la compañía.

Principio 4: Capturar la demanda real

Frazelle recomienda medir la demanda real tan detalladamente como sea posible, es decir, en el punto y tiempo de consumo. Es importante registrar tanto las *backorders* y sustituciones como las ventas perdidas debidas a faltantes en el momento de la compra del cliente. En ALRO esto se lleva a cabo tanto para los productos fabricados en la empresa como para los que comercializan, se registra lo que son las ventas perdidas y las *backorders*, sin embargo a la hora de calcular el pronóstico solamente se analiza la información obtenida para los productos ALRO. El registro que se lleva en ALRO tiene mucho por mejorar, ya que solamente se anota el número de factura, la fecha, el nombre del cliente, observaciones y el responsable de la atención del pedido. En el Excel que se maneja en ALRO para esto hay tres columnas para clasificar el

faltante, una se llama incompleto, otra inoportuno y la tercera incorrecto, lo cual resulta confuso, sería recomendable utilizar las tres clasificaciones de la demanda insatisfecha que son *backorders*, sustituciones y ventas perdidas. Además es necesario que se ingrese información clave como el código del producto y el código del cliente, además de una columna que indique si corresponde a un producto ALRO o a un producto complementario. Estos cambios permitirían un análisis más robusto de la demanda insatisfecha en ALRO y así poder cuantificar y analizar de manera más fácil la demanda real. Para analizar la información de Enero del 2015 a Octubre del 2015, se clasificaron los faltantes según la observación que indican las encargadas de servicio al cliente, ya que ellas escriben si no se envió el producto o si fue una entrega tardía, a los cual se asignó la clasificación de venta perdida y *backorder* respectivamente. De esto se obtuvo lo siguiente:

Gráfico 9. Faltantes de ALRO. Enero 2015 - Octubre 2015



Se aprecia que el 72% de las veces que el cliente realiza un pedido y este no se encuentra disponible este se logra enviar tardíamente, sin embargo, un 28% de las veces se pierde la venta. Este hallazgo significa una alerta para ALRO, ya que es necesario conocer cuáles productos y con cuales clientes exactamente se está fallando en el servicio, lo cual con el registro actual es imposible analizar por la falta de información que posee, ya que no tiene ni código de producto ni de cliente, y a pesar de escribir el nombre de ambos directamente (no siempre completo), este es escrito de manera diferente al registro de ventas, por lo que no se puede hacer coincidir con la clasificación ABC de ventas y por ende no se puede saber de qué tipo de producto o cliente se está hablando. En ALRO actualmente se analiza directamente del registro de faltantes, es decir, de la lista de faltantes, por lo que resulta difícil conocer el comportamiento o la criticidad de los faltantes según la importancia ya sea del producto o del cliente. A pesar de contar con este registro, tanto para el cálculo del pronóstico de los productos ALRO como de los productos complementarios se utiliza el promedio de las ventas y no de la demanda real, y el dato de los faltantes se utiliza solo para el mes anterior en el caso de los productos ALRO, para los productos complementarios ni tan siquiera se consideran.

Principio 5. Compartir el pronóstico

Es necesario comunicar y reunir los pronósticos con las partes de la cadena de suministro para evitar el efecto látigo del pronóstico de la demanda. Frazelle dice que es necesario darle a cada

parte de la cadena de suministro el pronóstico de la demanda del consumidor para trabajar, el pronóstico para cada movimiento de producto entre cada enlace en la cadena, y que debe haber un director externo o bien llamado de cuarta parte, y un software de apoyo para cooperar con las actividades de los involucrados durante las operaciones de la cadena de suministro, algo así como un director de una orquesta.

La distribuidora ALRO se dedica a vender a los consumidores, por lo tanto tiene acceso a la demanda real del consumidor, sin embargo, enfoca su atención en los productos que fabrican ellos mismos, y comunica los pronósticos de ventas al jefe de producción, es decir, su predecesor. Para los productos complementarios, ALRO no comparte con sus proveedores el pronóstico que consiste en el promedio de las ventas de los últimos 8 meses, sino que cada semana hace una revisión del inventario y a partir de estos dos datos realiza el pedido a sus proveedores.

Principio 6: Calendarizar eventos

Se necesita establecer e implementar un calendario de eventos que automáticamente rastree y pronostique eventos especiales, ya que la demanda de muchos productos y/o los aumentos dramáticos de ésta se debe generalmente a eventos especiales. El impacto de estos eventos en la demanda es fácilmente predecible por los patrones en eventos previos. En ALRO no se maneja un calendario de este tipo, sin embargo, sí se han dado ciertos eventos en la demanda, como por ejemplo la pandemia de gripe AH1N1, la cual generó un aumento en la venta del alcohol en gel (Araya, 2015).

Principio 7: Reconocer puntos atípicos y patrones

Se deben identificar patrones y puntos atípicos en la demanda, y estos últimos deben ser eliminados de los modelos futuros para pronosticar, y así se pueden prevenir errores al ingresar la demanda al sistema de pronósticos. Los datos atípicos son datos que están muy lejos de la norma y deben ser examinados, puestos en duda por razonabilidad, y manejados de manera diferente que los datos de la demanda normal. Se deben utilizar algoritmos que reconozcan patrones e identifiquen puntos atípicos para prevenir puntos atípicos al sesgo ocasionado por el proceso regular de pronósticos y por los algoritmos usados.

En ALRO no se analizan los puntos atípicos ni los patrones de demanda, lo más que se hace es calcular un promedio de las ventas de los últimos tres meses para los productos ALRO y de los últimos ocho meses para los complementarios.

Principio 8: Asegurar una reacción rápida a los errores de pronóstico

Se debe diseñar organización y políticas de control para asegurar una reacción rápida a los errores de pronóstico. Independientemente de la exactitud del pronóstico, el pronóstico va a tener errores. Cada esfuerzo debe ser hecho para responder rápidamente a los errores de pronóstico que son más costosos en términos de exceso de inventario y/o pérdida de servicio al cliente. Esos errores deben ser priorizados y presentados a los planeadores logísticos para ser corregidos del sistema de pronósticos.

En ALRO no se cuenta con una reacción rápida ante los errores de pronósticos de productos ALRO, ya sea que se conviertan en faltantes o en excedentes. Para estos productos que son

fabricados por ALRO se maneja el registro de faltantes, y para los excedentes no se realiza ningún tipo de análisis, lo cual impide reaccionar ante un error de este tipo. Para los productos complementarios se podría decir que es posible tener una reacción relativamente rápida dependiendo del caso, ya que como se trata de productos que se comercializan solamente y las compras son a nivel local con un lead time de 3 días por parte de los proveedores, se puede responder rápido ante un pronóstico que no haya alcanzado la demanda real, es decir, cuando ocurren faltantes. Sin embargo, para los errores que superan la demanda no se lleva a cabo ningún tipo de análisis, por lo que no es posible reaccionar ante esto.

Principio 9: Pronosticar de Arriba-Abajo y de Abajo-Arriba

Es necesario integrar y analizar los pronósticos tanto de arriba-abajo como de abajo-arriba. Para pronosticar la demanda de los SKU de arriba-abajo se deben utilizar indicadores de alto nivel, en este caso, indicadores basados en la economía o en la industria respectiva. Por otro lado, para generar los pronósticos de abajo-arriba se debe utilizar la demanda en el punto de consumo. Estos dos pronósticos difieren en cierto nivel, y deben ser analizados por un equipo de planeación de la demanda. En caso de no contarse con un sistema de pronósticos, este análisis se puede reemplazar por el análisis humano, pero la clave es permitir que un sistema maneje la rutina para que los expertos puedan enfocarse en situaciones excepcionales, correcciones y promociones.

En ALRO no se cuenta con un sistema de pronósticos que integre estos dos tipos de pronósticos, de hecho, actualmente solo se maneja el pronóstico de abajo-arriba, y no se analiza ningún tipo de indicador sobre la economía o la industria de los productos de limpieza. Por lo tanto, se debería investigar sobre algunos indicadores de alto nivel que permitan predecir la demanda de los productos ALRO y los complementarios, y posteriormente integrar este análisis al pronóstico abajo-arriba.

Principio 10: Pronosticar con el mejor ajuste

Se debe escoger el mejor modelo de pronóstico a partir de varias opciones competentes. Debido a que algunos modelos de pronóstico trabajan bien para algunos patrones de demanda y otros modelos funcionan para otros patrones de demanda, se deben probar varios modelos para cada producto, y se debe utilizar el modelo que resulte más exacto para cada producto. En ALRO lo que se utiliza es un modelo de promedio móvil simple, para los productos ALRO con tres meses y para los productos complementarios con ocho. Por lo tanto, no se da esta comparación que debe haber con otros modelos de pronósticos, los cuales deben ser considerados dentro de un plan de demanda, tomando en cuenta características como nivel, tendencia y estacionalidad.

Principio 11: Cerrar el sistema de pronóstico

Es necesario desarrollar e implementar un proceso para pronosticar que sea repetible, multifuncional y medible, el cual debe incluir todos los principios descritos anteriormente. A pesar de que en ALRO no se incumple con todos los principios de pronósticos propuestos por Frazelle (2002), al no cumplir con varios de ellos lo hace incumplir con este último principio. Por lo tanto, se debe trabajar en cada uno de los incumplimientos encontrados para mejorar el proceso de planificación de la demanda tanto para los productos ALRO como para los productos complementarios.

A manera de resumen, el Cuadro 8 muestra la lista de chequeo se puede ver el cumplimiento por parte de ALRO con estos principios de pronósticos vistos anteriormente:

Cuadro 8. Cumplimiento de principios de pronósticos de Frazelle

Principios de pronósticos	Productos ALRO	Productos complementarios
Principio 1: Eliminar el pronóstico	No aplica	No aplica
Principio 2: Medir el pronóstico	Cumple	No cumple
Principio 3: Asignar responsable de la exactitud del pronóstico	Cumple	No cumple
Principio 4: Capturar la demanda real	No cumple	No cumple
Principio 5: Compartir el pronóstico	Cumple	No cumple
Principio 6: Calendarizar eventos	No cumple	No cumple
Principio 7: Reconocer puntos atípicos y patrones	No cumple	No cumple
Principio 8: Asegurar una reacción rápida a los errores de pronóstico	No cumple	No cumple
Principio 9: Pronosticar de Arriba-Abajo y de Abajo-Arriba	No cumple	No cumple
Principio 10: Pronosticar con el mejor ajuste	No cumple	No cumple
Principio 11: Cerrar el sistema de pronóstico	No cumple	No cumple
Porcentaje de cumplimiento	30%	0%

Finalmente se puede calcular un índice de conformidad de 30% para los productos ALRO, y de un 0% para los productos complementarios, lo cual recalca que hay mucho por mejorar en el proceso de planificación de la demanda de ambos tipos de productos. Este cuadro y el análisis anterior se deben tomar como la base de referencia para definir y priorizar las oportunidades de mejora respectivas al proceso en cuestión.

Es evidente que el proceso de planificación de la demanda utilizado en ALRO presenta ciertas deficiencias, pero para poder mejorarlas es necesario primero que todo medir y luego controlar. En el siguiente apartado se va a diagnosticar el desempeño del proceso mencionado, para tener un panorama más claro de qué tan mal están resultando los pronósticos.

2.3.3. Análisis de métricas de desempeño de la planificación de la demanda

Para evaluar el desempeño del proceso de la planificación de la demanda por medio de la exactitud del método de pronóstico, primero que todo se deben registrar los errores de pronósticos de los diferentes productos; y posteriormente, se pueden calcular varios índices en un período de tiempo t para conocer qué tan buenos o malos han resultado. Entre los índices que se debieran utilizar para esto se encuentran la Desviación Media Absoluta (MAD por sus siglas en inglés), la Desviación Porcentual Absoluta Media (MAPD por sus siglas en inglés) o bien conocida como el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE por sus siglas en inglés), y el Error Medio Cuadrado (MSE por sus siglas en inglés). Estas tres medidas de exactitud pueden usarse en un período de tiempo $t = n$ para establecer una comparación entre los diferentes métodos de pronósticos, donde t equivale a cada uno de los períodos a analizar y n es el total

de períodos analizados. En particular, el MAPE puede usarse para evaluar la calidad de un método de pronóstico.

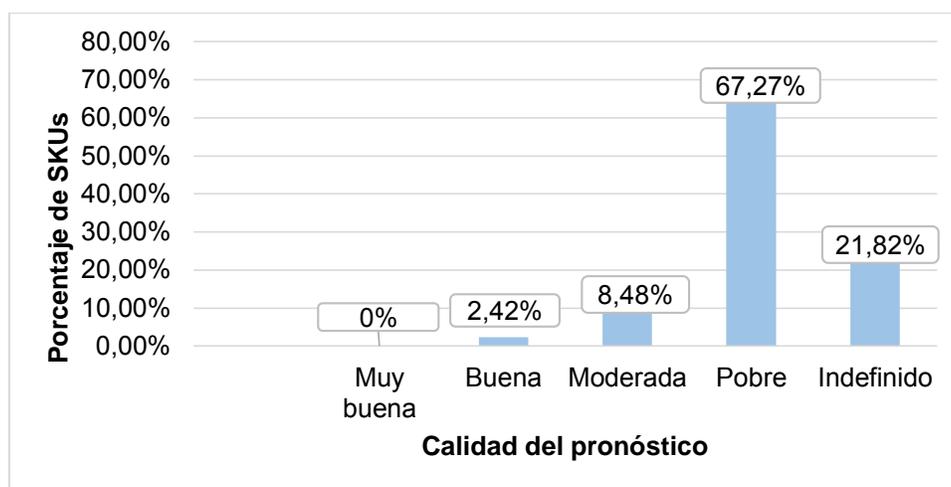
El MAPE consiste en la siguiente fórmula:

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{F_t - D_t}{D_t} \right| * 100}{n} \quad (11)$$

donde F_t es el pronóstico y D_t la demanda real.

Con la ayuda de la tabla de evaluación de los pronósticos del Anexo 1. Evaluación de la exactitud del pronóstico a través del MAPD o MAPE (Ghiani et al., 2004), donde se definen las categorías muy buena, buena, moderada y pobre, se evalúa el MAPE calculado con los pronósticos de Enero 2015 a Noviembre 2015 de los productos ALRO, ya que son los únicos de los que existe registro, y se obtienen los siguientes resultados:

Gráfico 10. Calidad de los pronósticos de productos ALRO (Enero 2015 – Noviembre 2015)



En el Gráfico 10 se observa que apenas un 2,4% de los SKUs se pronostican de buena manera, solo un 8,5% tiene pronósticos moderados y un 67,2% de los SKUs presentan un pronóstico pobre. Por otra parte, un 21,8% de los SKUs son pronosticados, sin embargo, no son vendidos en alguno de los meses del lapso de tiempo abarcado para este análisis, por lo que cae dentro de la clasificación indefinido, ya que como en la fórmula del error hay una división entre la demanda, este valor se indefinice al presentar una demanda cero en algún mes.

Cabe destacar que para el cálculo del MAPE de los productos ALRO se tuvo que excluir los SKU con código 12111, 6486, ya que en algunos meses no aparecían estos productos en el registro de pronósticos que se maneja, y no se puede afirmar que son productos que se dejaron de fabricar o que son nuevos, ya que la información faltante se encuentra en períodos intermedios.

Los siguientes productos también fueron excluidos del análisis debido a que salieron del mercado a partir de un mes específico, ya que a partir de este no se registran ni pronósticos ni ventas: los productos con código 1200, 55092, 101002 y 64783 en febrero, los de código 120502 en marzo, el 12104 en abril, el 128025 en mayo, los de código 9902, 12105, 120652, 13032, 13051, 130301,

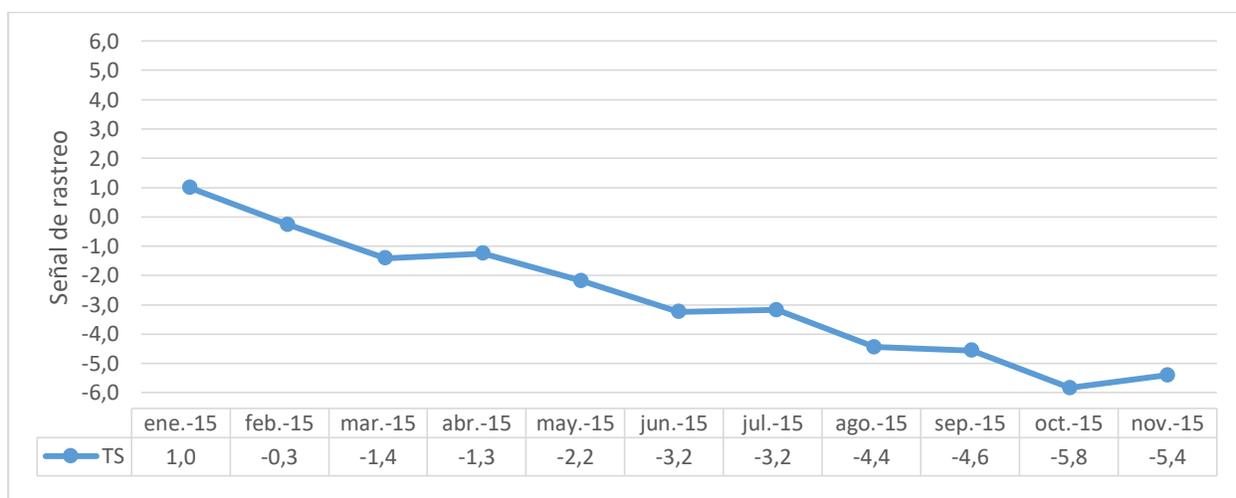
12074 y 1280317 en julio, los productos con código 1280487 y 128069 en setiembre, y finalmente los de código 1280320, 12061 y 4294967295 salieron en octubre, todos estos en el 2015.

Para saber qué tan aceptables son estos errores se utiliza el índice llamado Señal de rastreo (TS por sus siglas en inglés), la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$TS_t = \frac{\sum_{t=1}^n F_t - D_t}{MAD_t} \quad (12)$$

Si la TS en algún período está fuera del rango ± 6 significa que el pronóstico tiene sesgo, y se dice que está subpronosticado si es menor a -6 o sobrepronosticado si es mayor a 6 . En este caso de ocurrir alguno de estos casos, o en el peor de los casos que ocurran ambos, se dice que la empresa debe elegir un nuevo método de pronóstico. Siguiendo con el ejemplo del producto utilizado anteriormente, si se grafica la señal de rastreo de este se tiene lo siguiente:

Gráfico 11. Señal de rastreo de los pronósticos del producto Antigrasa eco power 900+20ml



En el Gráfico 11 se ve que ninguno de los meses estudiados sobrepasa los límites de la señal de rastreo (± 6), sin embargo, el mes de octubre tuvo una señal de rastreo de $-5,8$ y esto significa casi un -6 . Además, se nota una gran tendencia a la baja en la señal de rastreo para este producto, lo que hace probable que pronto llegue a alcanzarse un valor menor a -6 . Para este caso se recomienda entonces cambiar el método para calcular el pronóstico. De hecho, bien lo dice Chopra (2008) que en el caso donde la TS resulte muy negativa, es que la demanda tiene una tendencia de crecimiento y el encargado de los pronósticos está empleando un método de pronóstico como el promedio móvil, y esto precisamente es lo que está ocurriendo en ALRO con este producto. Debido a que la tendencia no está incluida en este método de pronóstico, el promedio histórico de la demanda es menor que la demanda futura, por lo tanto, en este caso la señal de rastreo negativa detecta que el método de pronóstico consistentemente subestima la demanda, es decir, se está en riesgo de generar faltantes (Chopra & Meindl, 2008).

De este modo se debe hacer este tipo de análisis para los productos que se desean pronosticar en ALRO, y de esta forma identificar si es necesario o no cambiar el método de pronóstico.

2.4. Planificación del Abastecimiento

La variable planificación del abastecimiento analiza la relación entre el nivel de servicio que se desea ofrecer y la demanda que presentan los productos, esto con el fin de desarrollar el plan de abastecimiento tanto de productos ALRO como de productos complementarios que logre equilibrar ambas variables. Con esto se pretende conocer si los modelos de reabastecimiento son los más convenientes para asegurar la disponibilidad de producto definida, afectando al mínimo los costos que implica este reabastecimiento.

2.4.1. Análisis del proceso de planificación del abastecimiento

En ALRO la planificación del abastecimiento difiere si se trata de productos ALRO o de productos complementarios, por lo tanto, se requiere de un estudio para cada tipo de producto. A continuación se presenta el análisis del proceso de planificación del abastecimiento para los productos ALRO.

2.4.1.1. Análisis del proceso de planificación del abastecimiento de productos ALRO

De igual manera que en los procesos anteriores, para este caso se utilizan las mismas herramientas para analizar este proceso, con lo que se tiene lo siguiente.

En el siguiente diagrama de tortuga (Figura 10) se pueden observar las entradas y salidas del proceso, así como el qué, con quién y el cómo se lleva a cabo, además de las mediciones que se utilizan para medir el desempeño del proceso de planificación del abastecimiento de los productos ALRO.

Figura 10. Diagrama del proceso de planificación del abastecimiento de productos ALRO.

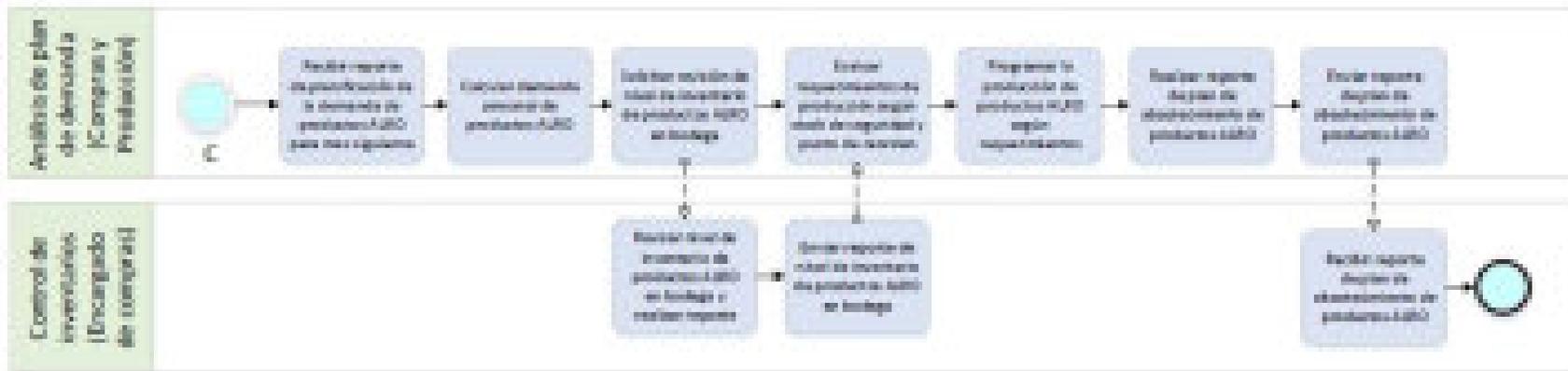


Para la planificación del abastecimiento de los productos ALRO se encuentran como elementos de entrada la demanda semanal, el nivel de inventario terminado y en proceso semanal, el inventario de seguridad y el punto de reorden.

Para llevarla a cabo se maneja una comunicación directa entre el encargado de compras y el jefe de producción en la cual se comparten estos reportes de inventarios, y así finalmente el encargado de compras calcula la cantidad de pedido necesaria para cubrir la semana. Para el control de este proceso se considera como indicador los faltantes de inventario (ver gráfico 1 y 6). Por otra parte es importante que la empresa clasifique los faltantes en dos categorías ventas perdidas y *backorders*, como se menciona en el apartado Nivel de servicio del presente documento.

A continuación se presenta el BPD de este proceso, en el cual se puede ver de manera más detallada el funcionamiento del mismo.

Figura 11. BPD del proceso de planificación del abastecimiento de productos ALRO



Una vez realizado el reporte de planificación de la demanda mensual de los productos ALRO (Ver apartado Planificación de la demanda), este es analizado por el jefe de producción y el encargado de compras, quienes calculan la demanda semanal, y posteriormente el encargado de compras revisa el nivel de inventario de productos ALRO en bodega y realiza un reporte de existencias, el cual debe enviar al jefe de producción y este, evalúa los requerimientos según el stock de seguridad y el punto de reorden. Después, se programa la producción requerida bajo la limitante de lote mínimo de acuerdo a la capacidad de las máquinas y se realiza un reporte de plan de abastecimiento indicando las fechas de entrega de los productos solicitados, el cual se envía al encargado de compras.

En este proceso se cuenta con un solo proveedor, que es la fábrica de ALRO, con la cual se tiene una comunicación fluida debido a que tanto fabrica como distribidora comparten las mismas instalaciones, lo que resulta ventajoso para el abastecimiento, ya que la fábrica está en función de solamente dos clientes, el centro de distribución ALRO y servicios de limpieza ALRO, lo cual implica flexibilidad para el abastecimiento de los productos ALRO y reduciendo de manera positiva el efecto látigo.

Por otra parte cabe destacar que dentro del proceso de planificación del abastecimiento de ALRO, no se cuenta con ninguna metodología que incluya la estimación de una cantidad económica de pedido según la evaluación de los costos de almacenamiento, pedido, producto y producto dañado, de hecho dichos costos no se calculan en ALRO., a esta problemática se le añade la limitante de lote mínimo de pedido por parte del proveedor (fábrica), la cual ocasiona que el producto enviado por fabrica no sea exactamente la misma cantidad requerida por distribuidora. También hay que resaltar el hecho de que tanto distribuidora como fábrica no registran dichas discrepancias en la cantidad de pedido lo cual dificulta el dimensionamiento del problema (Araya, 2015).

Para la planificación de los productos complementarios de ALRO este proceso se lleva a cabo de una manera diferente, lo cual se analiza en el siguiente apartado.

2.4.1.2. Análisis del proceso de planificación del abastecimiento de productos complementarios

Para el análisis de este proceso se utilizan nuevamente los diagramas de tortuga y BPD, y a continuación se presentan los resultados. En el siguiente diagrama de tortuga se pueden observar las entradas y salidas del proceso, así como el qué, con quién y el cómo se lleva a cabo, además de las mediciones que se utilizan para medir el desempeño del proceso de planificación del abastecimiento de los productos de la categoría “complementarios”.

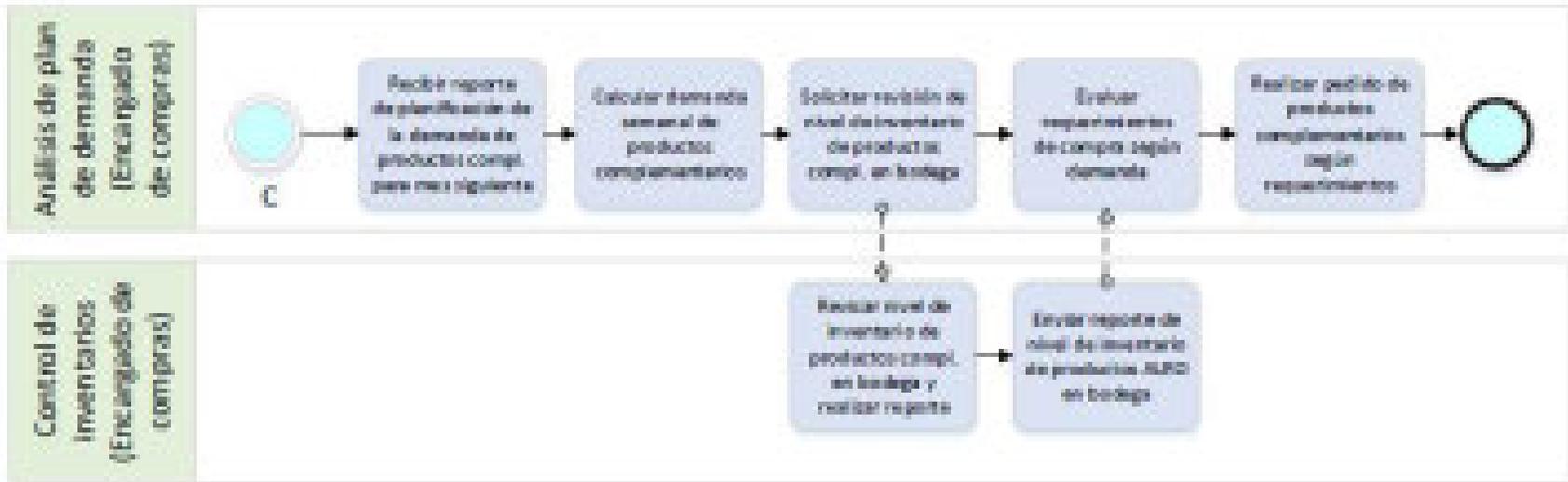
Figura 12. Diagrama del proceso de planificación del abastecimiento de productos complementarios



Como elementos de entrada para el proceso de abastecimientos de estos productos se encuentran la demanda semanal de los productos complementarios y el nivel de inventario semanal de los mismos. Se lleva a cabo por medio de un reporte semanal de inventario que realiza el encargado de compras, y a partir de este calcula las necesidades de productos. En cuanto a mediciones para controlar el proceso no se realiza ninguna, lo que no permite saber ningún nivel de mejora o desmejora en este proceso.

A continuación se puede ver el BPD de este proceso, donde se abarca con más detalle las actividades que se llevan a cabo para el plan de abastecimiento de los productos complementarios.

Figura 13. BPD del proceso de planificación del abastecimiento de productos complementarios



En este diagrama se observa que el proceso inicia con el reporte de planificación de la demanda mensual de productos complementarios, con el cual se calcula la demanda semanal. Posteriormente se solicita un reporte de nivel de inventario de los productos complementarios en bodega y se evalúan los requerimientos de productos según la demanda. En este proceso no se consideran cantidades de stock de seguridad ni de punto de reorden, solamente se pide la demanda semanal. Esto puede implicar un riesgo para ALRO, ya que la demanda no es estable, esta varía y por lo tanto, existe la posibilidad de que no se cuente con el inventario necesario para despachar un producto complementario, lo cual puede convertirse en una orden de venta perdida que incluya más productos, ya que al cliente le puede resultar más conveniente realizar todo el pedido de una vez, y este decida comprarle a otro proveedor (Araya, 2015).

2.4.2. Evaluación de las iniciativas para aumentar el retorno y la disponibilidad del inventario en ALRO

Es muy difícil convertir el inventario físico en liquidez, el inventario es una inversión muy riesgosa. La meta de la gestión del inventario es incrementar el retorno financiero del inventario mientras que se aumenta el nivel de servicio simultáneamente. Según Frazelle (2002) existen cinco iniciativas que conducen a aumentar el retorno del inventario y a aumentar la disponibilidad del inventario al mismo tiempo:

1. Reducir el error de pronóstico.
2. Reducir los tiempos de ciclo.
3. Reducir los costos de órdenes de compra.
4. Mejorar la visibilidad del inventario.
5. Reducir los costos de acarreo del inventario.

Al analizar la aplicación de dichas iniciativas en ALRO, se determina la existencia de diversas inconsistencias y contradicciones en el modo de operación de la compañía, las cuales se detallan a continuación:

Se cuantifica el error de pronóstico para los productos ALRO (fabricación propia) pero no para los productos complementarios (únicamente comercialización), lo que deja claro que la reducción del error de pronóstico es nula para los productos complementarios, ya que lo que no se mide, no se controla, y mínima para los productos ALRO, pues aunque existe un indicador establecido, el mismo sesga el análisis realizado por la empresa, debido a que se promedian mensualmente los errores de pronóstico de todos los SKU, ocasionando que se contrarreste la subestimación con la sobreestimación, por lo que sería conveniente analizar la subestimación y la sobreestimación de manera individual.

Bajo las condiciones actuales de operación, la reducción del tiempo ciclo en ALRO se ve influenciada y delimitada por restricciones como la cantidad o lote mínimo de producción debido a las economías de escala y capacidades mínimas de operación de la maquinaria utilizada (100 litros mínimo), esto para el caso de los productos ALRO, ocasionando que el tiempo de respuesta por parte de fábrica varíe entre una semana y un mes, lo que se traduce en un inventario de seguridad de mayor volumen para la distribuidora. Para el caso de los productos complementarios el tiempo ciclo y de respuesta por parte de los proveedores son ajenos para ALRO, aunque existe una influencia en los mismos debido al efecto látigo que ocasiona la inadecuada planificación de la demanda por parte de ALRO (Rodríguez, 2015).

No se cuenta con ningún análisis, método o iniciativa para disminuir el costo de órdenes de compra y de acarreo del inventario; para el caso de los productos complementarios no se cuantifica el costo de pedir de acuerdo a la cantidad de veces que se pide, que por lo general es semanalmente, para el caso del costo de transporte el mismo se distribuye en la cantidad de productos que trasladan, ocasionando un aumento en los precios de los productos en algunos casos y en otros que la empresa se vea obligada a reducir su margen de utilidad, el costo de almacenamiento tampoco se cuantifica pues según estudios de rotación realizados existe inventario que no se mueve por periodos mayores a un año. Para los productos ALRO el escenario no es distinto por el contrario existen más limitantes como lo son la cantidad mínima de pedido debido a las capacidades de fábrica y los elevados tiempos de entrega de entre una semana a un mes debido a las colas por cantidad de máquinas (Araya, 2015).

La política de administración y visibilidad del inventario utilizado por ALRO, en el caso de los productos complementarios se basa en el reaprovisionamiento semanal de acuerdo a una revisión del inventario bajo el criterio experto, pues para la administración del mismo no se cuenta con un punto de reorden, ni stock de seguridad definido para cada SKU, por lo que siempre se realizan pedidos bajo niveles de inventario distintos. Caso contrario sucede con los productos ALRO para los cuales se cuenta con una política de administración de inventario definida, en donde cada SKU cuenta con un inventario de seguridad y punto de re-orden establecido, aunque dichos niveles no se actualizan desde que se definieron por primera vez en Agosto 2014, lo que ocasiona que variables como la variación de la demanda y el constante crecimiento de la empresa los afecte, ya que en la actualidad los mismos no se amoldan a la necesidades de la empresa, ocasionando en ambos casos, que para algunos SKU se incida en excedentes de inventarios mientras que para otros en faltantes, situación que perjudica directamente la liquidez de la empresa, pues lo que no hace falta se tiene en exceso y lo que se necesita no se tiene en inventario (Rodríguez, 2015).

A manera de resumen, el Cuadro 9 muestra la lista de chequeo donde se puede ver el cumplimiento por parte de ALRO de las iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario propuestas por Frazelle (2002):

Cuadro 9. Cumplimiento de iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario

Iniciativas para aumentar el retorno financiero y disponibilidad del inventario	Productos ALRO	Productos complementarios
<u>Iniciativa 1</u> : Reducir el error de pronóstico	No cumple	No cumple
<u>Iniciativa 2</u> : Reducir los tiempo ciclo	No cumple	No cumple
<u>Iniciativa 3</u> : Reducir los costos de órdenes de compra	No Cumple	No cumple
<u>Iniciativa 4</u> : Mejorar la visibilidad del inventario	No Cumple	No Cumple
<u>Iniciativa 5</u> : Reducir los costos de acarreo del inventario	No Cumple	No cumple
Porcentaje de cumplimiento	0%	0%

Finalmente se puede calcular un índice de conformidad de 0% para los productos ALRO, y de un 0% para los productos complementarios, lo cual recalca que hay mucho por mejorar para aumentar el retorno financiero y la disponibilidad del inventario de ambos productos. Este cuadro y el análisis anterior se deben tomar como la base de referencia para definir y priorizar las oportunidades de mejora respectivas al proceso en cuestión.

2.4.3. Análisis de métricas de desempeño del reaprovisionamiento

Desde la perspectiva financiera el inventario dentro de una empresa es uno de los principales aspectos por evaluar, pues el mismo se convierte a nivel contable en un activo circulante (se vende en menos de un año) o en el peor de los casos en un activo no circulante (su periodo de venta sobrepasa el año), de aquí la importancia de su continuo y riguroso control ya que dependiendo de la rotación que esté presente, se puede ver afectada en mayor o menor medida la liquidez de la empresa, debido a variación en los tiempos de recuperación de la inversión, que a su vez ocasionan un costo de oportunidad y que se traducen en excedentes o faltantes de inventarios según sea el caso.

Dicha liquidez depende en gran medida de la planeación del abastecimiento, pues es a través de esta que se mantiene el equilibrio entre en los excedentes y faltantes, ya sea por medio de políticas de control de inventario o modelos de reaprovisionamiento que se amolden a las condiciones de la empresa; a continuación se presenta el análisis de diversas métricas de desempeño del reaprovisionamiento en ALRO.

2.4.3.1. Matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario

La matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario refleja el índice de inventario en riesgo intermedio o elevado de excedentes o faltantes al igual que el índice de inventario sin riesgo, la misma se obtiene del análisis simultáneo de un ABC de ventas y de un ABC de inventarios, ambos en dinero y para un periodo de tiempo de por lo menos un año, en dicha matriz se muestra la combinación de las tres letras de cada ABC, para un total de nueve escenarios, de los cuales, tres escenarios corresponden al índice de inventario sin riesgo (combinaciones A en inventarios A en ventas, B en inventarios B en ventas y C en inventarios C en ventas), otros tres escenarios corresponde al índice de inventario con riesgo elevado o

intermedio de excedentes (combinaciones A en inventario B en ventas, A en inventario C en ventas y B en inventario C en ventas) y los últimos tres indican el índice de inventario con riesgo intermedio o elevado de faltantes (combinaciones A en ventas B en inventario, A en ventas C en inventario y B en ventas C en inventario).

Dicha matriz se aplicó en ALRO para el período que va de setiembre 2014 a setiembre 2015 (Apéndice 2) dichos resultados se explicaran a lo largo de este capítulo empezando por el siguiente cuadro resumen:

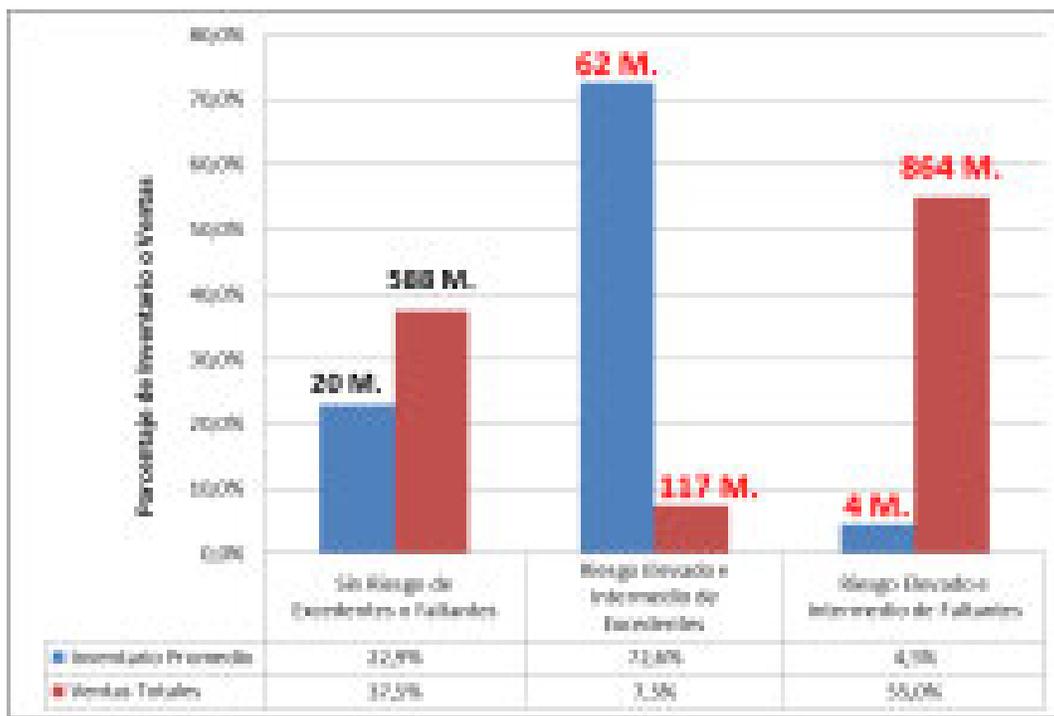
Cuadro 10. Información para matriz de riesgos

Resumen	
Descripción	Valor
Cantidad de SKUs Activos	709
Inventario Promedio	₡86.230,467
Ventas Anuales	₡1.569.699,049

Según el Cuadro 10 la cantidad de SKU activos en ALRO es de 709, esto refleja una elevada diversificación de productos y complejidad de negocio, pues existen SKU que no generan valor para la compañía, como se vio en el apartado de servicio al cliente del presente documento. En cuanto al inventario promedio el mismo asciende a un valor de ₡86 millones mensuales, mientras que las ventas anuales rondan los ₡1.569 millones.

En el siguiente gráfico de segmentación de las ventas de acuerdo al riesgo de excedentes o faltantes en el inventario promedio, obtenido de la matriz de riesgos de excedentes y faltantes (Apéndice 8. Matriz de riesgos de excedentes o faltantes de inventario), se revela que aproximadamente el 23% del inventario promedio (alrededor de ₡20 millones mensuales) se clasifica como sin riesgo y genera el 37% de las ventas anuales (₡588 millones), esta clasificación se ve representada por el 40% de los SKU activos del catálogo de productos (287 SKU), caso contrario sucede para el 73% del inventario promedio (₡62 millones mensuales) al cual se le califica con riesgo elevado e intermedio de excedentes, debido a que el mismo genera apenas el 7.5% de las ventas anuales (₡117 millones) y se encuentra representado por el 38% de SKU activos del catálogo (271 SKU).

Gráfico 12. Riesgos de excedentes o faltantes de inventario (Setiembre 2014 - Setiembre 2015)

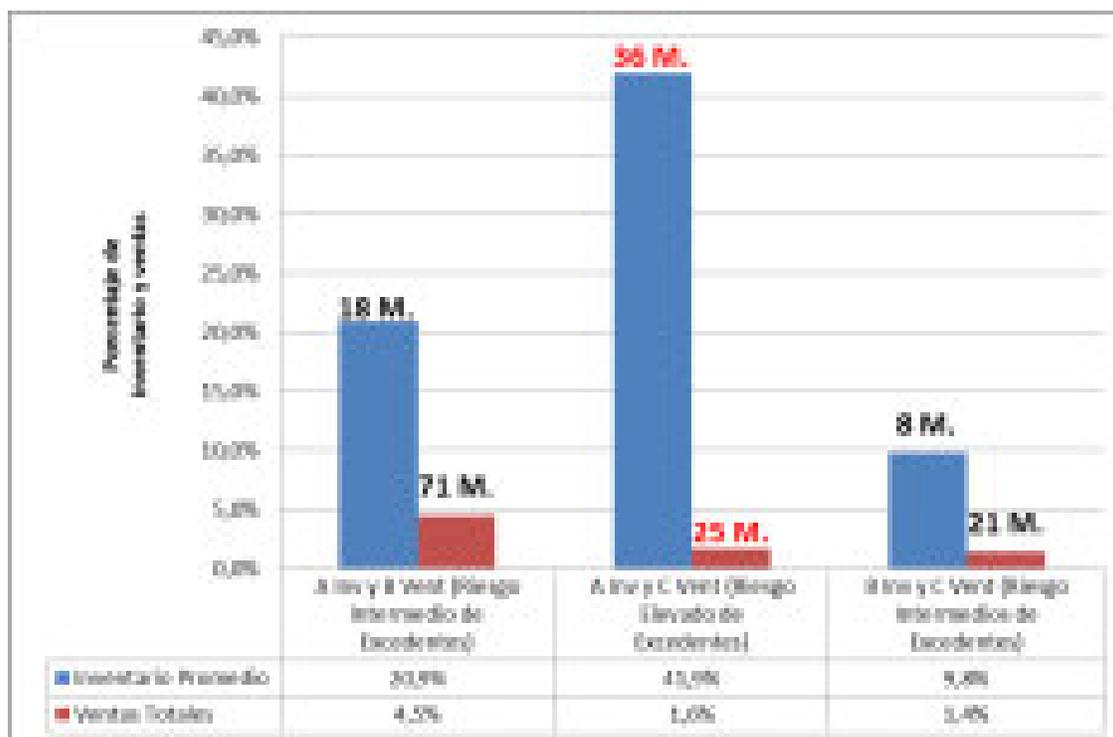


Por otra parte en el Gráfico 12 también se puede observar que el 4,5% del inventario promedio (€4 millones mensuales) presentan riesgo elevado e intermedio de faltantes, ya que los mismos generan el 55% de las ventas anuales (€864 millones) y son el alrededor del 21% de los SKU del catálogo (151 SKU).

Con la información analizada, se puede concluir que existe un desequilibrio en el manejo de los inventarios por parte de ALRO, pues solo la cuarta parte del inventario promedio se administra de manera eficiente, mientras que para el resto del inventario existe una contradicción, pues se almacenan grandes cantidades de lo que poco o casi nada se vende y se cuenta con pocas existencias de lo que más movimientos presenta a nivel de ventas, razón por la cual la empresa debe orientar sus esfuerzos en la búsqueda de un equilibrio a nivel de inventarios.

Dadas las circunstancias antes mencionadas, se vislumbran dos problemas a nivel de inventarios; uno correspondiente a excedentes y otro a faltantes. Por esta razón se realizó un análisis más minucioso a las variables excedentes y faltantes de inventario con el objetivo de identificar específicamente las combinaciones de la matriz de riesgos que más contribuyen a dichos problemas. Se obtuvo los siguientes resultados (Gráfico 13).

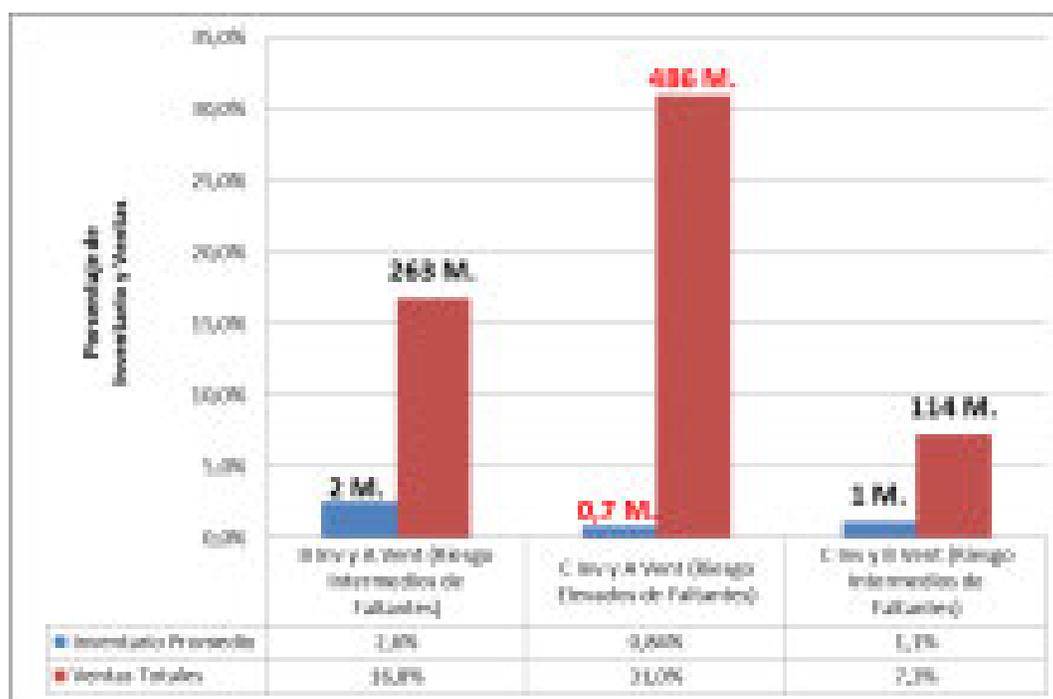
Gráfico 13. Riesgos de excedentes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)



En el gráfico anterior se puede observar que al analizar específicamente la variable excedentes de inventario, los SKU pertenecientes a la combinación A en inventarios C en ventas, son los que más contribuyen a dicho problema (ver apéndice 4), debido a que el 42% del inventario promedio (€36 millones mensuales), generan apenas el 1,6% de las ventas anuales (€25 millones), lo que demuestra que gran parte del inventario se encuentra estancado (el mismo no se logra vender en menos de un año).

Por otra parte en el Gráfico 16 se puede observar la segmentación de la variable faltantes de inventario, en la cual los SKU pertenecientes a la combinación C en inventarios A en ventas, son los que más contribuyen a los faltantes (ver apéndice 5), pues se tiene que menos del 1% del inventario promedio (€0,7 millones mensuales) genera el 31% de la ventas anuales (€486 millones), esto evidencia el desequilibrio existente a nivel de inventarios.

Gráfico 14. Riesgos de faltantes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)

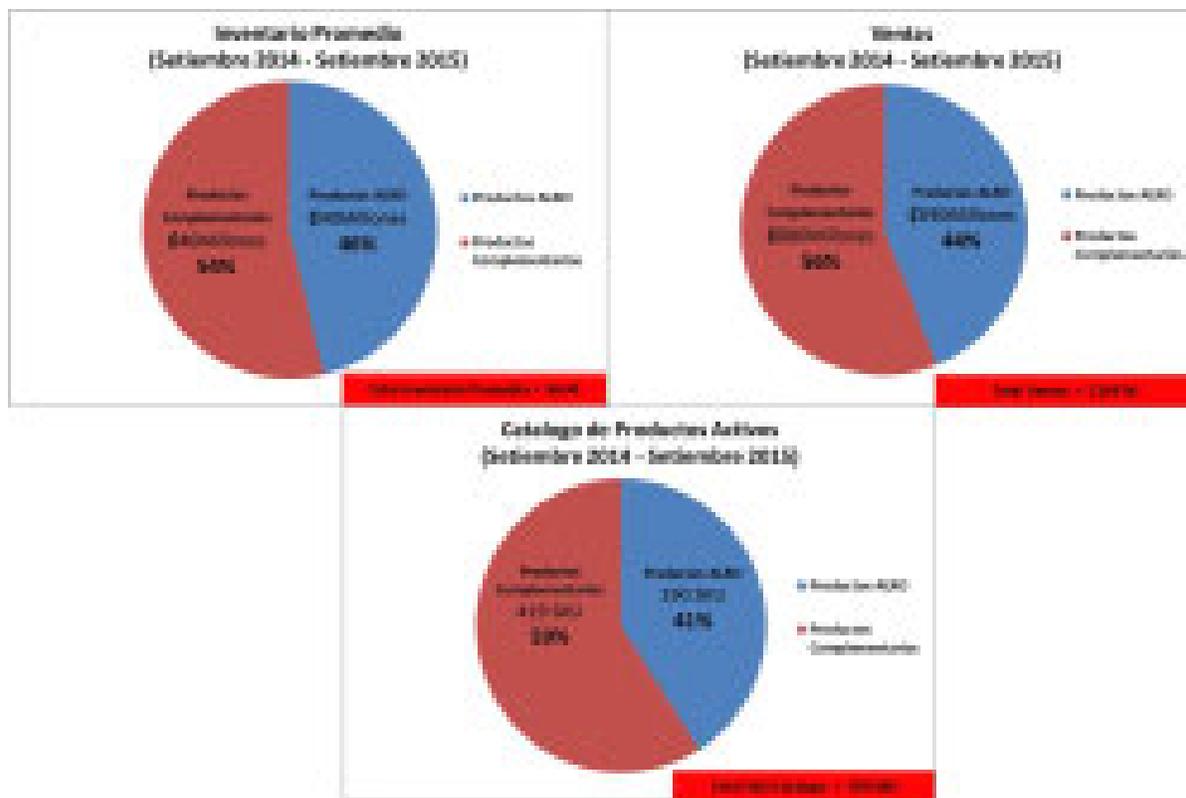


En ambos casos, tanto para los faltantes como para los excedentes, la causa raíz se encuentra en la inexistencia (en el caso de productos complementarios) y mal manejo (para el caso de productos ALRO) de los inventarios de seguridad, puntos de re-orden y planificación de la demanda.

Por razones estratégicas, ALRO divide sus productos en dos grandes familias; la familia de productos ALRO (SKU de fabricación propia) y la familia de Productos complementarios (artículos comprados a proveedores externos), razón por la cual se continua analizando los faltantes y excedentes de inventarios para cada una de estas familias, a través de una matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario (Apéndice 3), con el objetivo de identificar cuál de las dos familias contribuye en mayor medida a dichos problemas.

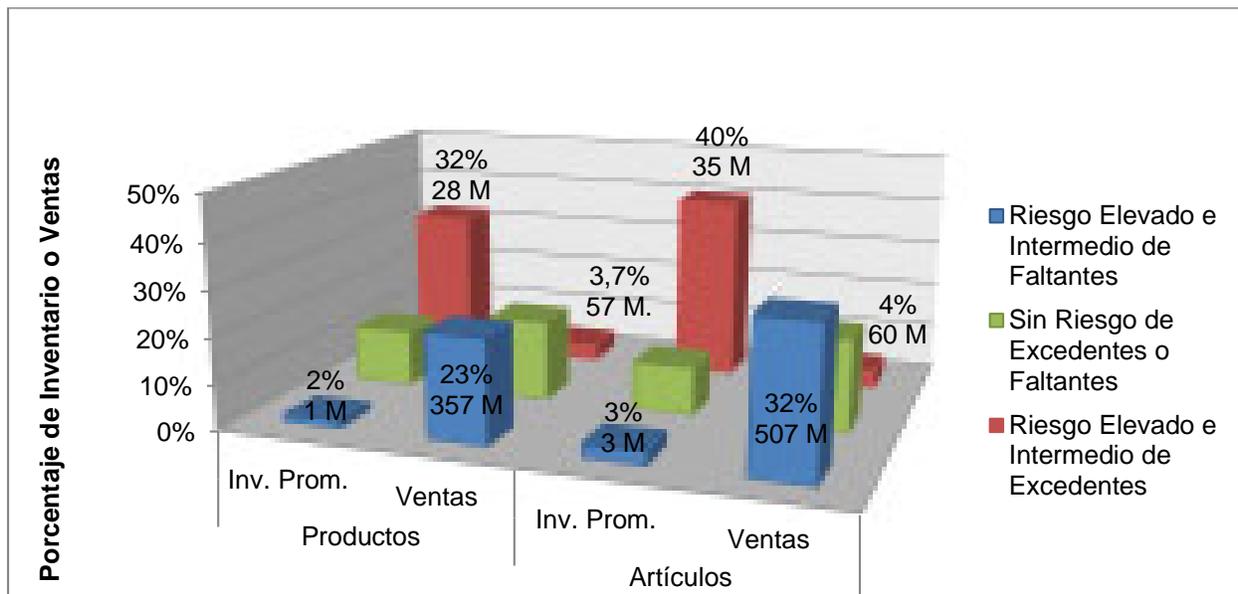
En el Gráfico 15 se puede observar la contribución por parte de las dos familias al inventario promedio, ventas y cantidad de SKU activos, donde se evidencia que los productos complementarios acaparan en mayor proporción las variables mencionadas, 54%, 56% y 59% respectivamente, lo cual es contrario a la perspectiva que posee la empresa actualmente y por la cual enfocan menos esfuerzos en la planeación de la demanda y abastecimiento de los productos complementarios.

Gráfico 15. Resumen de porcentajes de inventario promedio, ventas y SKU por tipo de familia



Sin embargo, en el Gráfico 16 se resume el análisis realizado en la matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario, donde se detalla la contribución tanto de los productos ALRO como de los productos complementarios a los faltantes y excedentes de inventario, por lo que se puede observar que ambas familias presentan el mismo patrón de comportamiento aunque se debe destacar que los productos complementarios contribuyen en mayor proporción al problema, por lo que se podría empezar por mejorar la planificación tanto de la demanda como del abastecimiento para estos productos.

Gráfico 16. Riesgos de excedentes o faltantes de inventario por familia (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)



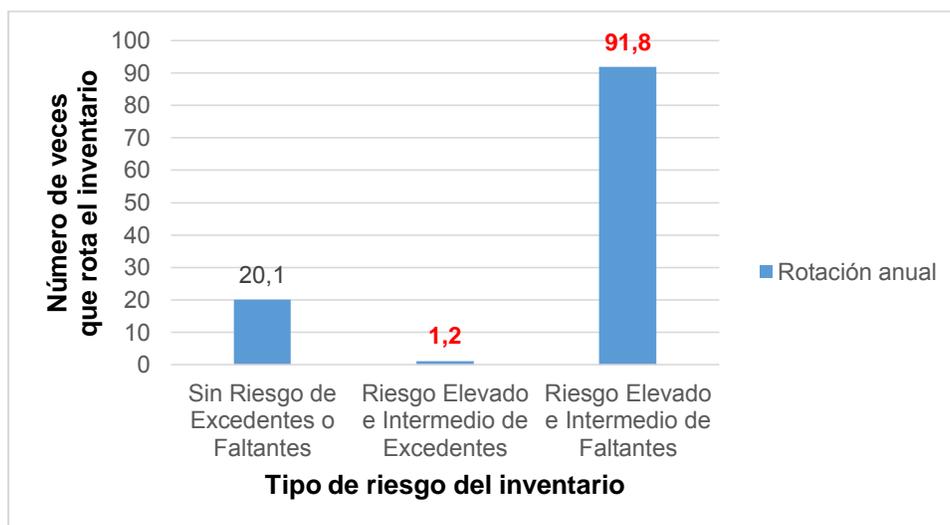
En síntesis, del Gráfico 16 se obtiene que para el caso de los faltantes, los productos complementarios poseen un 3% del inventario promedio (€3 millones mensuales) el cual genera el 32% de las ventas anuales (€507 millones), mientras que los productos ALRO se posee un 2% del inventario promedio (€1 millón) que genera el 23% de las ventas anuales (€357 millones), caso contrario sucede para los excedentes, en donde los productos complementarios cuentan con un 40% del inventario promedio (€35 millones mensuales) que generan apenas el 4% de las ventas anuales (€60 millones) y para los productos ALRO se tiene un 32% del inventario promedio (€28 millones mensuales) que generan apenas un 3,7% de las ventas anuales (€57 millones).

2.4.3.2. Rotación de inventarios y días de inventario

En la actualidad la rotación se utiliza como un indicador para medir la liquidez del inventario, pues la misma cuantifica el movimiento del inventario promedio en un determinado período de tiempo, que por lo general corresponde a un año. De igual forma se utiliza el indicador días de inventario, el cual plasma la rotación, indicando la cobertura del inventario promedio en días.

Para el caso de ALRO ambos indicadores se calcularon para el periodo que va desde setiembre del 2014 a setiembre del 2015, siguiendo la línea de análisis de la matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventarios, obteniendo los siguientes resultados.

Gráfico 17. Rotación anual por tipo de riesgo de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)



En el Gráfico 17 se puede observar que el inventario clasificado como sin riesgo de excedentes y faltantes rota 20,1 veces en un año (18 días de cobertura de inventario), mientras que el inventario catalogado con riesgo elevado e intermedio de excedentes rota tan solo 1,2 veces en un año (303 días de cobertura de inventario), caso contrario sucede para el inventario con riesgo elevado e intermedio de faltantes el cual presenta una rotación de 91,8 veces en un año (4 días de cobertura de inventario).

Por otra parte al analizar de manera más detallada el inventario con riesgo de excedentes de inventario (Gráfico 18) se determina que la combinación A en inventarios C en ventas es la que más contribuye a los excedentes de inventario, pues dicho inventario tan solo rota 0,4 veces al año (807 días de cobertura de inventario), mientras que para el caso del inventario con riesgos de faltantes (Gráfico 19) la combinación C en inventarios A en ventas es la que más contribuye a los faltantes, ya que rota 236,3 veces en un año (2 días de cobertura de inventario), lo cual evidencia el mismo problema de faltantes y excedentes diagnosticado en la matriz de riesgos de inventario. Esto se puede ver en los siguientes gráficos:

Gráfico 18. Rotación anual por tipo de riesgo de excedentes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)

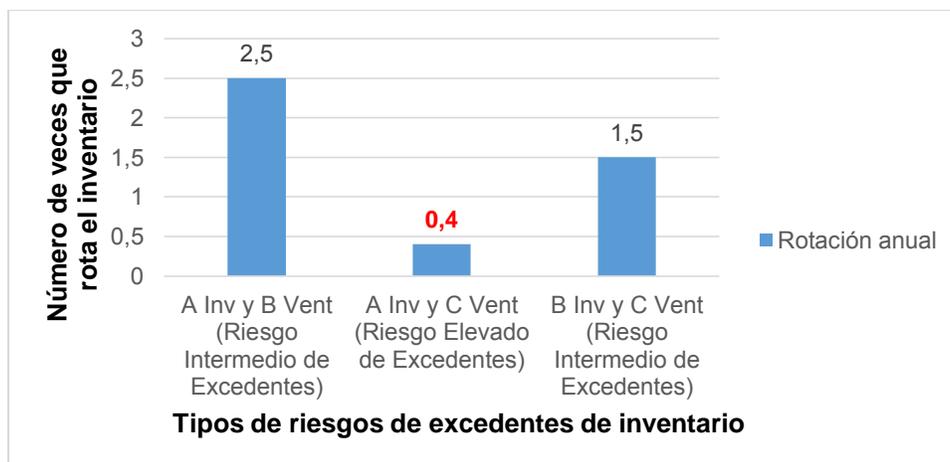
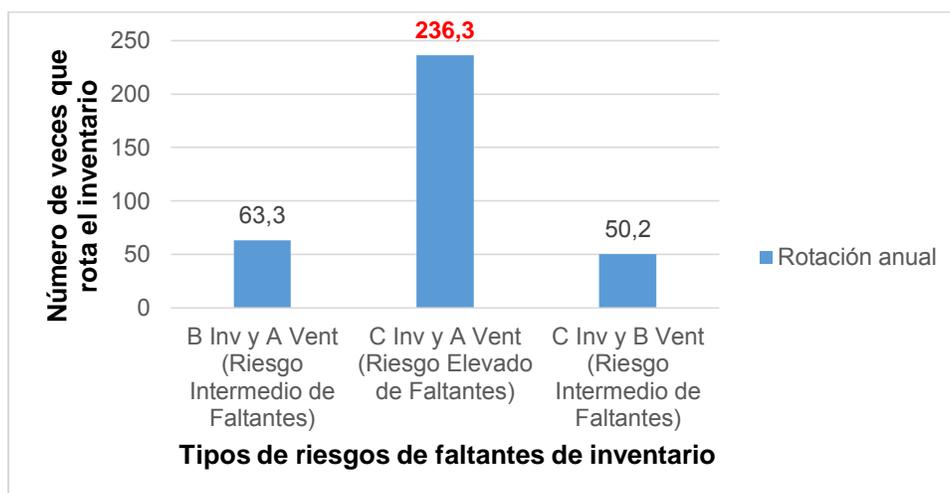
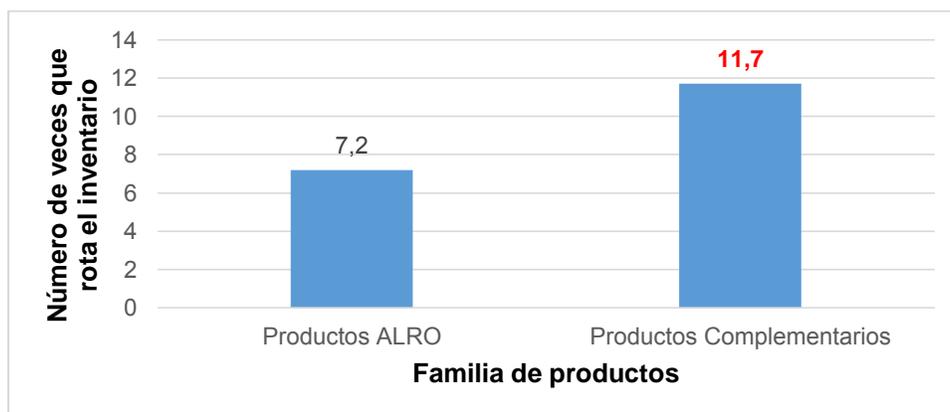


Gráfico 19. Rotación por tipo de riesgo de faltantes de inventario (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)



Por último el Gráfico 20 indica la rotación por familia en donde se destaca que los productos complementarios rotan más veces al año que los productos ALRO, 11,7 veces contra 7,2 veces al año.

Gráfico 20. Rotación anual por familia de productos (Setiembre 2014 – Setiembre 2015)



2.4.4. Identificación de oportunidades de mejora

Los hallazgos encontrados en los apartados anteriores conducen a confirmar la problemática encontrada en el Capítulo I correspondiente a la propuesta de proyecto, la cual atribuye los excedentes de inventario y reducción de liquidez al limitado aprovechamiento de los recursos, continuando aun así con problemas de faltantes que perjudican el servicio al cliente.

Sin embargo, es necesario determinar la causa raíz de este problema, con el fin de visualizar las necesidades que presentan los procesos de planificación de la demanda y del abastecimiento. Esto se va a analizar en el siguiente apartado.

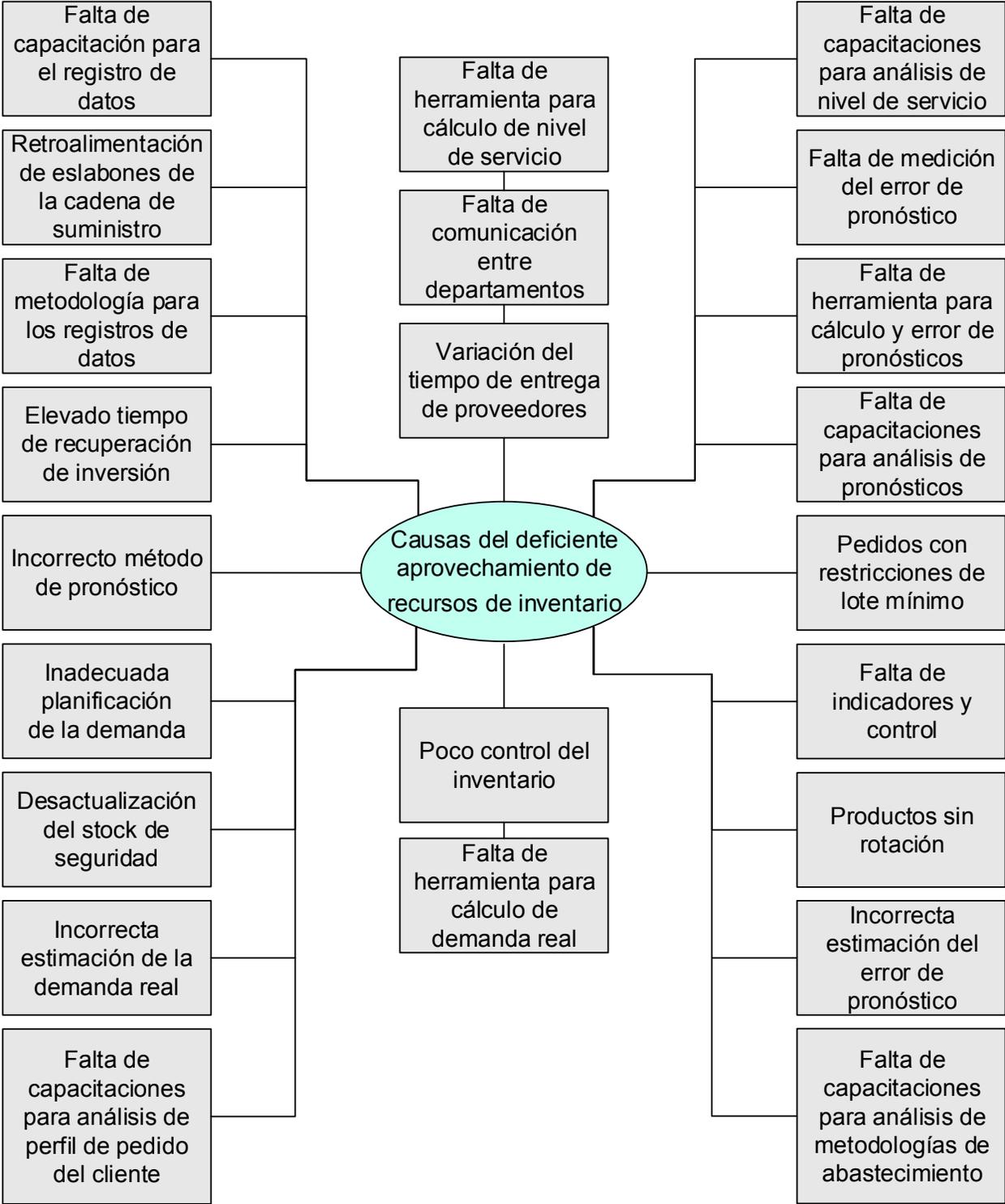
2.4.4.1. Análisis de causa raíz de problemática encontrada

El análisis de causa-raíz consiste en una serie de metodologías que utilizan las organizaciones para establecer las causas de determinados problemas, y su fin es utilizar el pensamiento objetivo para descifrar por qué algo salió mal o por qué algo no es posible, en lugar de culpar a los involucrados o creer a los que afirman que no se puede hacer (Cooper & Vlaskovits, 2014).

Para llevar a cabo el análisis causa-raíz de la problemática que presenta ALRO actualmente con respecto a los excedentes de inventario, primero se utiliza la herramienta denominada lluvia de ideas (Harris, 2015), basada en el conocimiento adquirido en los apartados anteriores.

Al preguntarse por las causas del deficiente aprovechamiento de los recursos de inventario, lo cual está provocando tanto excedentes como faltantes de inventario, se obtuvo lo siguiente:

Figura 14. Lluvia de ideas sobre las causas del deficiente aprovechamiento de los recursos de inventario

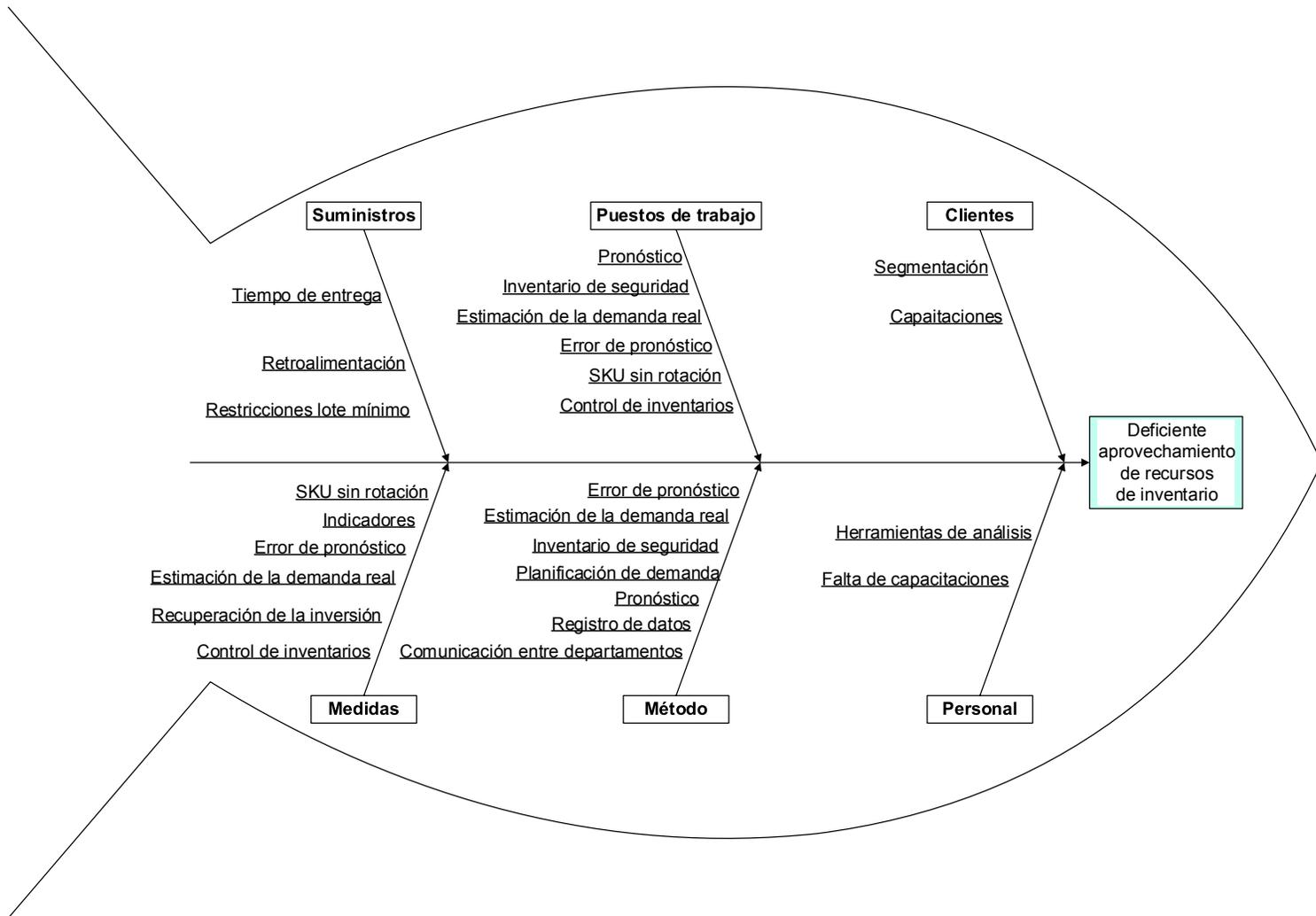


Seguidamente, estas ideas expuestas deben ser categorizadas para poder simplificar la búsqueda de la causa-raíz, lo cual se puede hacer por medio de un diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o espina de pescado, este último por su forma. Este consiste en colocar el efecto, es decir, el problema, en la cabeza del pescado, y las causas serían las espinas del cuerpo del pescado.

No existen reglas sobre qué categorías se deben utilizar, sin embargo, las más comúnmente utilizadas son las "5M" para los procesos de fabricación (mano de obra, materiales, método, máquinas y medidas) o las "5P" para los servicios (personal, provisiones (suministros), procedimientos, puestos y clientes) (Martínez & Pérez, 2010). Para el caso de la distribuidora ALRO se decide utilizar una combinación de estas categorías, ya que tiene algunas características que corresponden a procesos de fabricación y otras que pertenecen a procesos de servicios. Las categorías que se eligieron para crear el diagrama de Ishikawa son suministros, puestos, clientes, medidas, método y personal, debido a que se relacionan con la naturaleza del negocio del centro de distribución de ALRO.

A continuación, el resultado de esta categorización en el siguiente diagrama causa-efecto.

Figura 15. Diagrama causa-efecto para identificar causa raíz del problema



En este diagrama (Figura 15) se repiten algunas causas en las diferentes categorías, ya que estas implican un problema desde diferentes perspectivas.

2.5. Definición de oportunidades de mejora

Como oportunidades de mejora se encontraron las siguientes:

1. La falta de análisis de tendencia y estacionalidad de la demanda de los productos ALRO, ya que actualmente lo que se está haciendo para determinar si hay crecimiento en las ventas es comparar las ventas proyectadas con las del mismo mes del año anterior. No existe una integración de datos para este tipo de análisis, es decir, aunque se cuente con las ventas de todos los meses, no se utiliza para saber si presentan tendencias y/o estacionalidades.

Esta oportunidad de mejora se puede corregir en el proceso de planificación de la demanda donde se debe seleccionar y ejecutar el método de pronóstico más adecuado según un estudio de la demanda. Además del análisis ya mencionado se requiere de capacitación para el personal responsable de este proceso.

2. La ausencia de análisis de la contribución de los productos del catálogo de ALRO, por lo tanto se desconoce la importancia de estos para el modelo de negocio de la distribuidora. Se requiere de este tipo de análisis para conocer el aporte económico que representa cada producto, y a partir de esto enfocar el modelo de negocio hacia estos, de manera que se logre captar el mayor dinero posible sin afectar el servicio al cliente.

Esto se puede mejorar por medio de registro y control de indicadores que permitan conocer la situación en ALRO con las familias de productos, y además se debe llevar a cabo los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente de igual manera para todos los productos de la distribuidora, de manera que se analice la información de todos los productos por igual, sin seguir prestando principal atención a los productos ALRO, ya que según el análisis realizado anteriormente, la participación de los productos complementarios en las ventas de ALRO son significativas (56% de las ventas totales).

3. Poner mayor atención a los procesos de Distribuidora, pues no se considera dentro del proceso de planificación de la demanda. Por lo tanto no hay una metodología o procedimiento que se adecúe a las condiciones de la empresa (crecimiento, eventos, estrategia de mercadeo, promociones, estacionalidad, tendencia) para el cálculo y análisis de pronósticos, errores de pronósticos y estimación de la demanda real, de manera que se brinde una estimación de la demanda con mayor exactitud y precisión para cada SKU, en el caso del proceso de planificación del abastecimiento se deben establecer una procedimiento para calcular el inventario de seguridad para los productos complementarios y actualización del inventario de seguridad de los productos ALRO de acuerdo al crecimiento en ventas de cada producto y el nivel de servicio que se desee ofrecer, dentro de la planificación del abastecimiento también se debe determinar una metodología para el cálculo de la cantidad de pedido de cada SKU de manera que se minimicen los costos de almacenamiento, transporte, pedido y producto, por último de dentro del proceso de servicio al cliente se deben establecer procedimientos para el registro de información de los clientes, en el mismo se debe considerar la captación del nivel de servicio otorgado, el detalle de los faltantes (ventas perdidas y *backorders*) y devoluciones.

4. Asignar las herramientas adecuadas que faciliten el desarrollo de funciones como el cálculo de pronósticos, errores de pronósticos, estimación de la demanda real de los productos complementarios así como el cálculo y control de los inventarios de seguridad y estimación de la cantidad económica de pedido, ya que actualmente esto no se realiza. Dentro de estas herramientas se debe considerar la elaboración de programas o plantillas que permitan realizar las funciones mencionadas de manera individual. También se deben diseñar plantillas que faciliten la recolección de datos de los clientes, tales como faltantes, devoluciones y nivel de servicio.

5. Considerar disminuir la diversidad de productos existentes, esto de acuerdo a lo analizado en el apartado de Servicio al Cliente en donde se indica que se deben eliminar o reducir los productos que se califican como C y los cuales se vende a clientes catalogados como C de acuerdo a los ABC realizados.

2.6. Conclusiones

- A partir del perfil de pedido del cliente se determina que se deben establecer políticas de servicio al cliente con respecto a la doble clasificación ABC de ventas según el cliente y el SKU respectivamente, de manera que se ofrezca un mayor nivel de servicio a aquellos clientes que se encuentren en las categorías AA, AB, y BA, ya que estos representan el 88% de las ventas de la distribuidora ALRO. Asimismo, esta política también se debe aplicar a los clientes que se encuentren en la categoría AC, esto por motivos de que se logre consolidar la venta de clientes A que consumen algunos productos C.
- El proceso de planificación de la demanda necesita establecer metodologías para pronosticar la demanda, y medir y controlar el error del pronóstico, ya que actualmente no se practica un método correcto para llevar a cabo estas actividades y esto provoca un inadecuado control del inventario, generando tanto faltantes como excedentes.
- El 23% del inventario no presenta riesgo de excedentes ni faltantes, ya que se vende de acuerdo a como se compra, sin embargo, el 73% del inventario se encuentra en la categoría de productos con riesgo de excedentes, y el 4% en la de productos con riesgo de faltantes.
- Para los productos complementarios no existen controles de inventario que permitan disminuir los costos de abastecimiento, y para los productos ALRO a pesar de que se utilizan controles como inventario de seguridad y punto de reorden, no se registran los costos de abastecimiento, por lo que resulta imposible controlar los costos de las actividades referentes a la planificación del abastecimiento.
- Los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente carecen de registros necesarios para controlar su desempeño, de manera que no se tiene un proceso de mejora continua implementado en la distribuidora ALRO.

Capítulo 3. Diseño

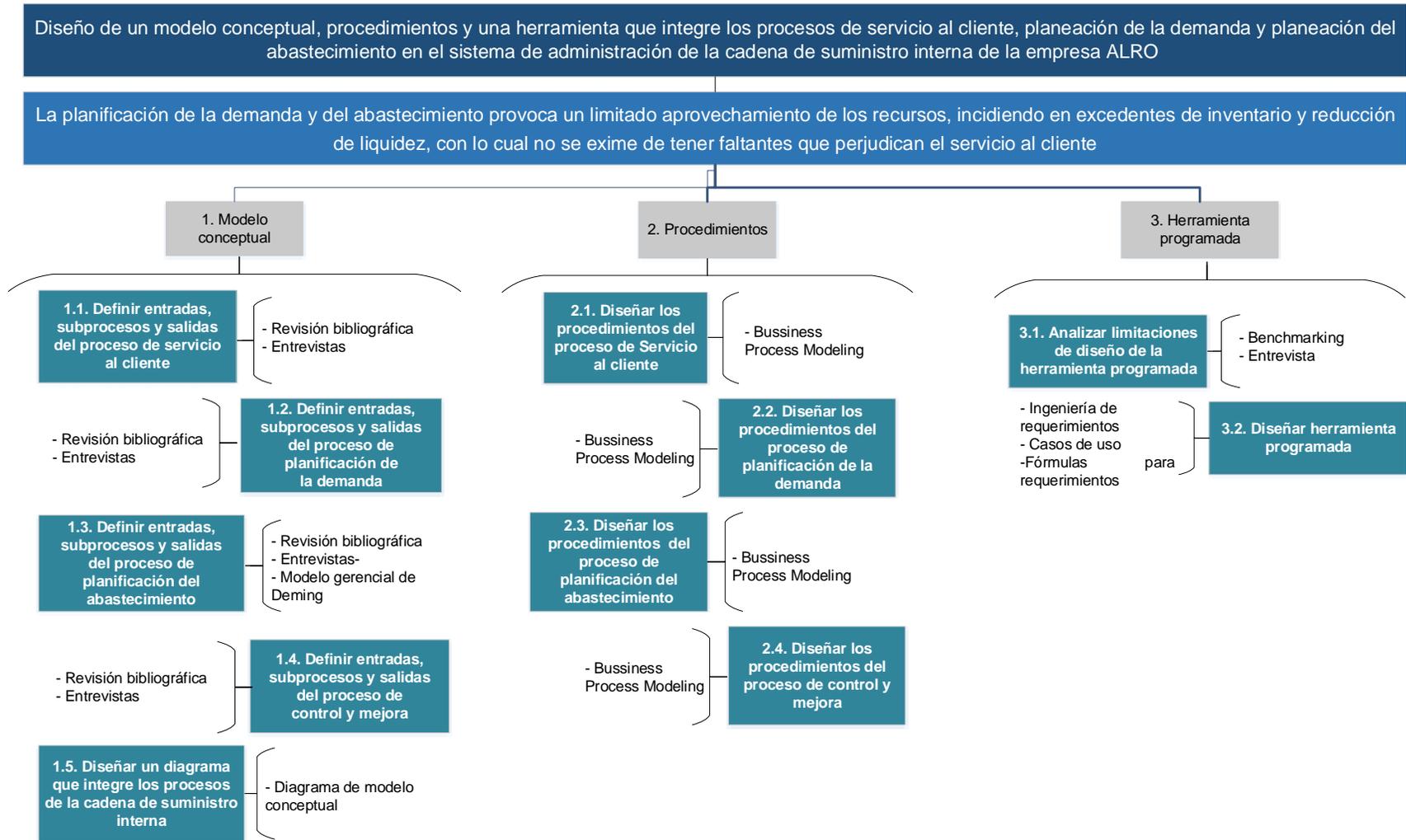
3. Diseño

3.1. Introducción

En el capítulo anterior se encuentra la necesidad de establecer metodologías y políticas que permitan integrar la información y las actividades requeridas para llevar a cabo los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente. Actualmente no hay un modelo sistémico a seguir para realizar dichos procesos, sino que se hacen trabajos aislados que no permiten mejoras en el aprovechamiento de recursos y provocan excedentes y faltantes, afectando las ventas y la liquidez de ALRO.

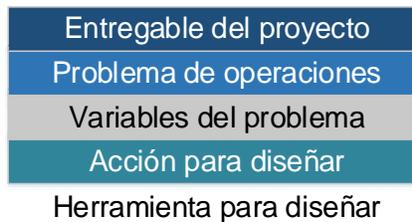
Una vez diagnosticada esta situación, se decide plantear un mapa mental para esquematizar el abordaje del diseño de una solución adaptada a ALRO. Este mapa está compuesto por tres etapas: el desarrollo del modelo conceptual del sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO, el diseño de procedimientos para la aplicación e implementación del modelo propuesto, y el diseño de una herramienta programada que facilite la implementación de los procedimientos.

Figura 16. Mapa mental de la etapa de Diseño



El significado de los colores utilizados en el mapa se explica a continuación para su mejor comprensión (Figura 17):

Figura 17. Simbología de mapa mental de la etapa de Diseño



El objetivo general de este capítulo consiste en diseñar un modelo de trabajo para el sistema de administración de la cadena de suministro interna en ALRO, integrando los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, con el fin de aumentar el aprovechamiento de los recursos de ALRO.

Con base en lo anterior se definen los objetivos específicos de esta etapa, atribuyendo uno a cada una de las variables del mapa mental. Los mismos se presentan a continuación:

- Desarrollar un modelo conceptual del sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO que integre los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, con el fin de establecer una guía de actividades a seguir, adaptada a la situación de la empresa.
- Diseñar procedimientos que permitan ejecutar el modelo conceptual en el sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO, para estandarizar y controlar los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente.
- Diseñar una herramienta programada que apoye la ejecución e integración de los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento en el sistema de administración de la cadena de suministro interna el ALRO, con el fin de facilitar la implementación de dichos procesos.

3.2. Modelo conceptual

Un modelo conceptual de un proceso es un modelo abstracto del proceso, y su objetivo es perfilar todas las acciones indispensables para producir los resultados esenciales, el mismo es activado en función del cliente. Este modelo muestra lo que un sistema hace o debe hacer de manera independiente a la implementación (Rolón et al., 2006).

Según la norma ISO 9001:2008 se define un proceso como un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso (INTECO, 2008). Para efectos de este capítulo entiéndase resultado como salida del proceso.

Los procesos tienen una jerarquía: macro-procesos, procesos, sub-procesos, actividades y tareas (Perugachi, 2004). Actualmente ALRO trabaja con los siguientes procesos: Servicio al cliente, Ventas y Compras. Para el modelo conceptual propuesto para ALRO se debe trabajar

con el macro-proceso de administración de la cadena de suministro interna, y los procesos sustantivos de Servicio al cliente, Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento (Chopra & Meindl, 2008) y, Control y mejora de la cadena de suministro interna, así como con los procesos de apoyo necesarios para llevarlos a cabo de la mejor manera. Con respecto a los subprocesos que se van a considerar en el modelo, algunos ya se llevan a cabo en ALRO de manera correcta, otros presentan oportunidades de mejora y otros no existen, pero deben implementarse. En los siguientes apartados se van a detallar los cambios que deberían ejecutarse en ALRO para poder implementar el modelo conceptual que le permita aprovechar los recursos de una mejor manera.

Los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente están fuertemente relacionados. La diferencia entre la demanda planeada y la demanda real afecta el nivel de servicio de toda la cadena de suministro, y en la medida que este nivel de servicio no alcance el 100%, el inventario de seguridad se convierte en una herramienta adecuada para mejorarlo. A su vez, esta cantidad de inventario requerida para alcanzar el nivel de servicio deseado está estrechamente vinculada con la exactitud del pronóstico (Stadtler & Kilger, 2008).

A continuación, se realiza un análisis de estos temas, para finalmente mostrar el diagrama que representa el modelo conceptual que ALRO debe tomar como guía para llevar a cabo el macro proceso de administración de la cadena de suministro interna.

3.2.1. Proceso de Servicio al cliente

En ALRO se acostumbra contactar al cliente por medio de una visita, una llamada telefónica o un correo electrónico, pero también se maneja una opción donde el cliente contacta a la encargada de servicio al cliente por medio de una llamada, correo electrónico o un mensaje de la aplicación WhatsApp. A la hora de que la encargada de servicio al cliente contacta al cliente no se considera ninguna clasificación de importancia económica del cliente ni de los productos que este consume para dar prioridad a la visita, llamada o correo, sin embargo, es clave analizar el perfil de pedido del cliente para esto (Frazelle, 2002).

Por lo tanto, es necesario conocer el historial de utilidades tanto por SKU como por cliente, ya que debe ser utilizado para determinar el perfil de pedido de los clientes en términos de utilidades que ha generado a la empresa, y de esta manera poder conocer un factor clave al desarrollar uno de los elementos más importantes en la estrategia de logística: las políticas de servicio al cliente, esto con el objetivo de determinar con precisión las principales oportunidades para reducir el inventario y mejorar el servicio al cliente al mismo tiempo (Frazelle, 2002).

A través del pedido de un cliente es que se activa el negocio de ventas de productos de limpieza en ALRO, momento en el cual se requiere conocer la disponibilidad de inventario para poder efectuar la venta. En ALRO se adquieren los productos para almacenarlos, es decir, que cuando el cliente solicita un producto este ya debería encontrarse disponible en su almacén, y de ser así, se programa el envío para la próxima ruta correspondiente a la ubicación del cliente.

De igual manera ocurre con el subproceso de entrada del pedido mencionado anteriormente, ya que actualmente para esta programación no se considera el perfil de pedido del cliente para dar prioridad a la entrega.

Tanto el subproceso de entrada de pedido como el de procesamiento del pedido deben ser regulados por políticas de servicio al cliente, las cuales deben determinarse con base en el perfil de pedido del cliente. A partir de esto, se crea un proceso de apoyo para determinar las políticas de servicio a los clientes de ALRO.

Como parte del subproceso de procesamiento del pedido, se tiene que en ALRO actualmente se mantiene evidencia escrita de todos los pedidos que ingresan ya sea por correo electrónico o por la aplicación WhatsApp, sin embargo, de los que ingresan por llamadas telefónicas no. Los productos que no se pueden facturar en el momento del pedido, es decir, para los productos que no están disponibles cuando el cliente los solicita, se maneja un registro en Excel donde se anota si el producto se logró entregar tarde o si del todo no se pudo entregar, pero no se registra el detalle de esos pedidos con claridad. Por lo tanto, no siempre es posible conocer la cantidad de producto correspondiente a las ventas entregadas tarde y a las ventas perdidas. Es por esto que se debe aplicar un cambio en el procedimiento de este subproceso, de manera que se logre recolectar la información necesaria para posteriormente calcular el nivel de servicio y el detalle de los faltantes en los pedidos que recibe ALRO. Este cambio se explica en el apartado de procedimientos.

Como parte de los elementos posteriores a la venta del producto, se encuentra el manejo de devoluciones (Stadtler & Kilger, 2008). En ALRO actualmente se tienen políticas para las devoluciones, sin embargo, para este modelo conceptual se decide relacionar el subproceso de manejo de devoluciones con el subproceso de procesamiento del pedido, donde se consideran las políticas de servicio al cliente a la hora de reponer una devolución, siempre con el objetivo de reducir el inventario en bodega y maximizar el servicio al cliente.

Una vez se tienen las ventas entregadas a tiempo, las ventas entregadas tarde y las devoluciones, es posible calcular la demanda real de los productos de ALRO, tanto los fabricados por ALRO como los productos complementarios. Este dato es clave para realizar el plan de la demanda más cercano a la realidad, ya que actualmente en ALRO este se basa en las ventas y no en la demanda real. Por esta razón es que se crea un subproceso para el cálculo de la demanda real en el modelo propuesto.

Se tiene entonces como salida del proceso de servicio al cliente un reporte de la demanda real, la cual es el insumo para el proceso que se estudia a continuación.

3.2.2. Proceso de Planificación de la demanda

Muchas decisiones en una cadena de abastecimiento deben ser tomadas antes de conocer la demanda del cliente. Por ejemplo, las decisiones de abastecimiento de los productos complementarios de la distribuidora ALRO son tomadas antes de que el cliente solicite su pedido, y lo mismo ocurre con las cantidades de productos ALRO que se fabrican para almacenar. Para ello, estas decisiones deben estar basadas en un pronóstico de la demanda del cliente, y el proceso se llama planeación de la demanda (Stadtler & Kilger, 2008).

Además de ese pronóstico, para llevar a cabo el proceso de planificación de la demanda se necesita el plan de mercadeo por parte del departamento de ventas de ALRO y las promociones planeadas por parte de sus clientes (Chopra & Meindl, 2008), ya que el plan de demanda debe ir estrictamente alineado con la estrategia de mercadeo de ambos. Un escenario común es cuando el minorista formula pronósticos con base en las actividades promocionales, mientras

que el fabricante, ignorante de estas promociones, considera un pronóstico diferente para su planeación de la demanda con base en los pedidos históricos. Esto lleva a un desajuste entre la oferta y la demanda, lo que da como resultado un servicio deficiente al cliente (Chopra & Meindl, 2008).

En ALRO se llevan a cabo estos dos subprocesos, cálculo del pronóstico de la demanda y ajuste de ese pronóstico, sin embargo, no se realizan de manera adecuada. Por ejemplo, para el cálculo del pronóstico se utiliza un único método llamado promedio móvil simple, y posteriormente para el ajuste se calcula un porcentaje de crecimiento de la demanda y se asigna un valor de ventas a las negociaciones extraordinarias.

Para poder calcular el pronóstico de la demanda de manera correcta, primeramente, es necesario seleccionar un modelo de pronóstico para cada producto según un análisis de la demanda respectiva. Posteriormente se aplica el método seleccionado y por último se realiza el ajuste del pronóstico tomando en cuenta el plan de mercadeo. Para poder implementar el proceso de planificación de la demanda de esta manera, se necesita crear un proceso de apoyo llamado selección del modelo de pronóstico, y seguidamente se deben implementar estos modelos de pronóstico en el subproceso de cálculo del pronóstico de la demanda. Estos dos cambios van a implicar una transformación en el procedimiento del ajuste del pronóstico que se lleva a cabo actualmente en ALRO, ya que el factor de crecimiento que se considera en este subproceso actualmente, ahora se va a analizar en el proceso de apoyo mencionado. Estos cambios se van a detallar en el apartado de procedimientos.

Una vez que se obtiene el pronóstico de la demanda y los supuestos detrás de este, es necesario integrarlo para así obtener el plan de demanda (Schorr, 2007).

El plan de demanda es la entrada principal para el siguiente proceso a analizar: la planificación del abastecimiento (Schorr, 2007).

3.2.3. Proceso de Planificación del abastecimiento

Todo pronóstico respalda las decisiones que se basan en él, de manera que un primer paso importante es identificar con claridad estas decisiones. Por ejemplo, una de ellas es qué cantidad producir de un producto en particular, cuánto inventario tener y qué tanto pedir (Chopra & Meindl, 2008). Por esta razón es que el plan obtenido en el proceso de planificación de la demanda es un requisito para planificar el abastecimiento de los productos en la distribuidora ALRO.

El objetivo de la planificación del abastecimiento consiste en maximizar el nivel de servicio, minimizar el inventario y minimizar los costos (Schorr, 2007). Sin embargo se deben considerar factores como el patrón de demanda y la rotación de los productos (Ballou, 2004).

Como subprocesos del proceso de planificación del abastecimiento se encuentran el cálculo de la cantidad de pedido y el cálculo del tiempo de reaprovisionamiento. Para el caso actual de ALRO, esto se maneja de manera empírica, es decir, se distribuye el pronóstico mensual en sus semanas y se realiza una revisión periódica para determinar la cantidad de pedido. Actualmente no se analizan todos los costos que implica la compra de los productos, sino que se utiliza de referencia solamente el precio del producto, y se calcula un inventario de seguridad y punto de reorden solamente para los productos ALRO, no así para los productos complementarios. Sin embargo, este inventario de seguridad y por ende el punto de reorden no están debidamente calculados ni actualizados.

Encontrar la cantidad óptima de compra requiere encontrar el menor costo total del pedido, y para esto se debe crear un proceso de apoyo llamado análisis de costos que implican la compra de productos.

Para el tema de cuándo pedir esta cantidad de pedido, es necesario calcular un inventario de seguridad y un punto de reorden que contemplen todos los elementos correspondientes, por eso, se crea otro proceso de apoyo que se llama cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden. Una vez llevado a cabo el proceso de planificación del abastecimiento, se obtiene como resultado principal el plan de abastecimiento.

3.2.4. Proceso de Control y mejora

Toda organización debe implementar mecanismos de control dentro de sus procesos, que permitan la mejora continua, pues es a partir de estos que la alta dirección puede medir y analizar sus fallas y aciertos para así tomar decisiones.

Debido a esto se plantea la creación de un proceso llamado control y mejora, basado en el enfoque de mejora continua y sus cuatro actividades: planear, hacer, verificar y actuar (INTECO, 2008), de las cuales se derivan los subprocesos establecidos en el modelo conceptual propuesto:

- Planeación de objetivos y definición de indicadores (planear).
- Cálculo de indicadores (hacer).
- Verificación de indicadores (verificar).
- Planeación de acciones correctivas (actuar).

Dicho proceso de control y mejora, se crea con el objetivo de medir, analizar, controlar y mejorar continuamente los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, y se fundamenta bajo los siguientes pilares:

- El modelo o círculo de Deming, el cual es un instrumento muy utilizado en la administración de los procesos, en el mantenimiento y mejoramiento continuo de su desempeño y por consecuencia de los resultados del área o de la empresa (El ciclo PHVA, 2012).
- La metodología “Diseño e implementación de un sistema de indicadores” propuesta por la norma INTE 01-01-01-05 “Guía para la implementación de sistemas de indicadores” (INTECO, 2005). Dicha metodología se conforma de cinco pasos fundamentales para la definición de indicadores, los cuales son indispensables dentro de todo sistema de control.

El modelo gerencial de Deming tiene como misión crear un sistema organizativo que fomente la cooperación, tanto interna como externa, así como un aprendizaje que facilite la implementación de prácticas de gestión de procesos. Esto lleva a una mejora continua de procesos, productos y servicios, así como para la satisfacción del trabajador, fundamental para la satisfacción del cliente y para la supervivencia de la organización (Nieto & McDonnell, 2006).

Por otra parte, el establecer medidas de desempeño logístico permite que los planes de la logística y la cadena de suministros pueden llevarse a cabo, pero eso no asegura el cumplimiento de los objetivos propuestos. Por lo tanto, es necesario controlar los procesos, es decir, regular el desempeño planeado con respecto a los objetivos deseados. Controlar implica comparar el desempeño real con el desempeño planeado, y a partir de esto se inicia una acción correctiva

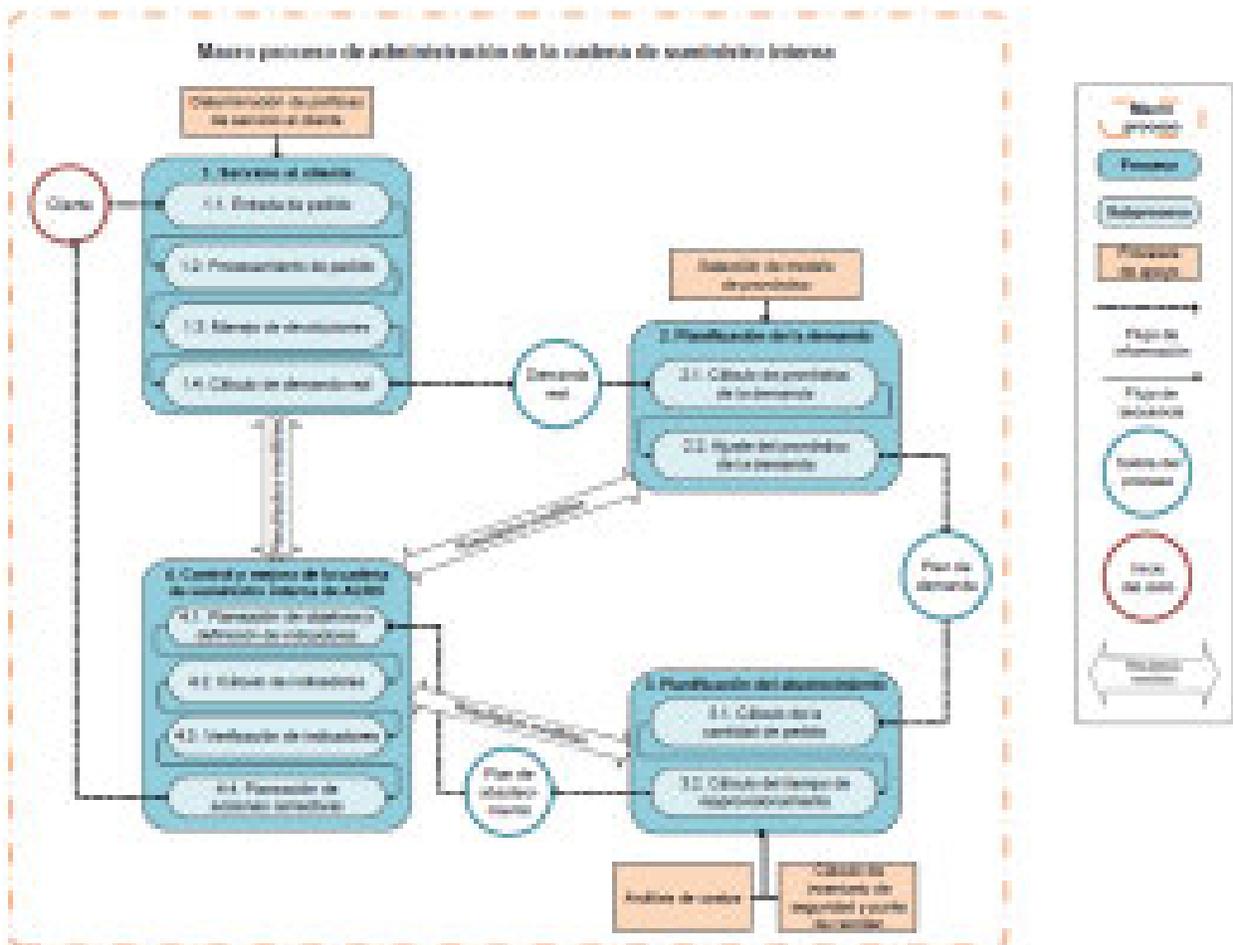
para que la diferencia sea menor (Ballou, 2004). Lo que no se mide, no se controla, y lo que no se controla, no se mejora. Es por esto que se requiere establecer medidas de desempeño para el proceso de servicio al cliente, las cuales se van a estudiar en el apartado de procedimientos más adelante.

A manera de resumen, se puede analizar de forma conjunta los elementos del modelo que se ha propuesto para trabajar los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y, control y mejora en el diagrama del siguiente apartado.

3.2.5. Diagrama del modelo conceptual de ALRO

El modelo que debe seguir ALRO para desarrollar e integrar el sistema de administración de la cadena de suministro interna se presenta en la siguiente figura, donde se observan las partes que lo componen: macro proceso, procesos sustantivos, subprocesos, procesos de apoyo y salidas de los procesos. Cabe destacar que este modelo es de creación propia y hecho a la medida para el modelo de negocio de ALRO (Figura 18).

Figura 18. Modelo conceptual propuesto para ALRO

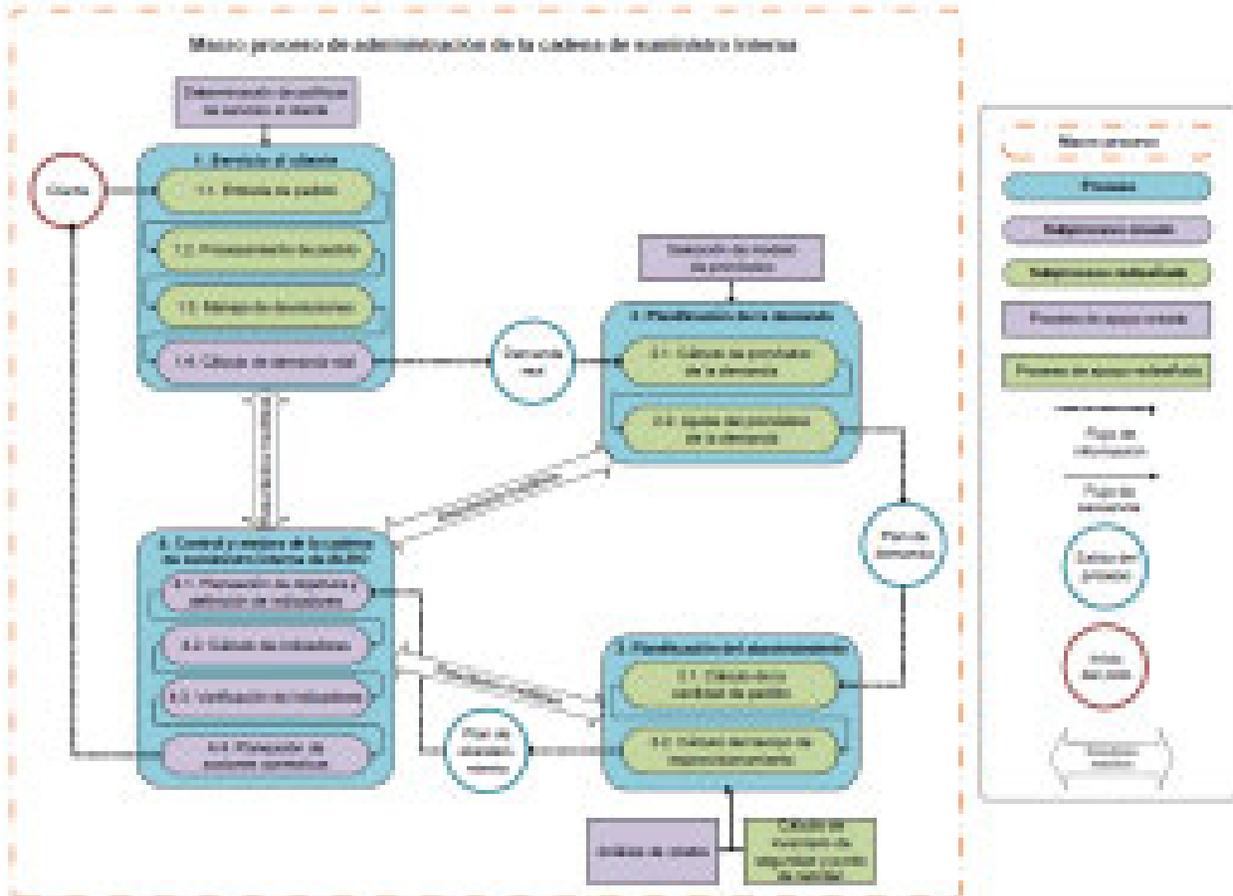


En este modelo se puede apreciar que cada proceso tiene a su lado el o los procesos de apoyo que requiere para poder llevarse a cabo, y dentro de ellos se encuentran los subprocesos que se deben abarcar para poder obtener las salidas señaladas con los círculos de borde azul.

Finalmente, los resultados de los primeros tres procesos se controlan y posteriormente se mejoran en el cuarto proceso.

En la Figura 19, se especifica cuáles de los subprocesos del modelo fueron rediseñados según lo que actualmente se realiza en ALRO, y cuáles procesos se crearon para que los tres procesos se integraran en un sistema de gestión para la cadena de suministro interna de ALRO.

Figura 19. Creación y rediseño de procesos en modelo conceptual propuesto para ALRO



Seguidamente se van a diseñar los procedimientos que se deben seguir para poder implementar los procesos definidos en el modelo.

3.3. Procedimientos

A partir del modelo propuesto se pretende crear los procedimientos a seguir en cada subproceso definido, con el objetivo de estandarizar la forma en que se ejecutan estos en ALRO, teniendo siempre como meta mejorar el aprovechamiento de los recursos, lo cual se debe medir en el proceso de control y mejora.

Para realizar estos procedimientos se utilizan los diagramas de modelos de procesos de negocio (BPMD por sus siglas en inglés). Un modelo de proceso de negocio describe cómo funciona el mismo, es decir, describe las actividades involucradas en el negocio y la manera en que se relacionan unas con otras y además cómo interactúan con los recursos necesarios para lograr la meta del proceso. Estos modelos sirven básicamente para: facilitar la comprensión de los

mecanismos clave de un negocio, funcionar como base para la creación de sistemas de información apropiados que den soporte al negocio, mejorar la estructura y operaciones actuales del negocio, mostrar la estructura del negocio innovado, y facilitar la alineación de las tecnologías de la información y comunicación con las necesidades del negocio (Rolón et al., 2006).

En estos diagramas se detallan las actividades a seguir, las cuales son acciones que tienen lugar dentro de los procesos y son necesarias para generar un determinado resultado (Perugachi, 2004). Estas actividades se determinan en los siguientes cuatro apartados, los cuales corresponden a los cuatro procesos establecidos anteriormente.

3.3.1. Procedimientos del proceso Servicio al cliente

Como se puede apreciar en el diagrama del modelo conceptual, el proceso de servicio al cliente está acompañado del proceso de apoyo que corresponde a la determinación de políticas de servicio al cliente. Este proceso debe ser llevado a cabo por el gerente comercial (encargado de ventas) de ALRO, y para determinar las políticas de servicio al cliente primeramente debe conocer el perfil de pedido del cliente, para esto es necesario obtener el historial anual de utilidades de las ventas efectuadas. Una vez se tengan las utilidades, se debe hacer una clasificación de estas tanto por cliente como por SKU, para lo cual se aplica la herramienta ABC. Frazelle (2002) expone esta herramienta basada en las ventas, sin embargo, resulta conveniente analizar las utilidades, ya que el objetivo es aumentar la liquidez de ALRO, y si se analizaran las ventas no se estarían contemplando los márgenes de contribución por SKU. A partir de esto, se logra conocer cuáles clientes y cuáles productos representan el mayor porcentaje de las utilidades de ALRO.

Para conocer el perfil de pedido del cliente, es decir, cuáles productos compran los clientes, se deben unir estos dos ABC por medio de una matriz, de manera que se puedan observar nueve segmentos de negocio (AA, AB, AC, BA, BB, BC, CA, CB y CC). Para efectos visuales se recomienda graficar esta matriz en tres dimensiones o ejes (clasificación ABC de cliente, clasificación ABC de SKU, y utilidades), y así se puede observar el perfil de pedido por tipo de cliente. Este análisis se hace a partir de las utilidades de las ventas, sin embargo, también es importante reflejar esta matriz en una nueva matriz que cuantifique la cantidad de SKUs por cada segmento de negocio, ya que a partir de esto se pueden tomar decisiones sobre la oferta de los productos que generen menos rentabilidad a ALRO (Frazelle, 2002).

Una vez conocido el perfil de pedido del cliente tanto en utilidades como en cantidad de SKUs, se debe crear un reporte con los SKUs y clientes por cada segmento de negocio, de manera que se pueda valorar posteriormente la eliminación de los SKUs que se encuentren dentro de la categoría CC, la cual corresponde a los clientes C que compran productos C, ya que son los que menos utilidades generan a ALRO. Después de esto, se debe actualizar el catálogo de SKUs, y también el reporte de SKUs y clientes por segmento de negocios, a través de la matriz por utilidades mencionada anteriormente (Frazelle, 2002).

En el momento en que se tenga este reporte actualizado (**¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**), se debe asignar el nivel de servicio que se va a ofrecer por tipo de producto según su perfil de pedido.

Figura 20. Reporte de SKUs por segmento de negocio

Reporte de SKUs por segmento de negocio

Fecha del reporte: 05/04/2016

Acciones: Gr Im

Código de cliente	Nombre de cliente	Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Cantidad de unidades vendidas	Costo de unidades vendidas	Precio de unidades vendidas	Utilidad de unidades vendidas	Clasificación ABC por cliente	Clasificación ABC por SKU	Doble clasificación ABC
5148	HCE	ALRO	1288401	DES. ANE. NATUFRESH ARMAVE 248 ML	38	€ 240.00	€ 800.00	€ 560.00	C	C	CC
5006	JUJ	Complementario	70008AC	TOALLA DE COCINA TORK	35	€ 190.00	€ 360.00	€ 170.00	A	B	AB
2136	NMS	Complementario	1011AA0C	PAPEL JUNBO ROLL TORK UNIVERSAL	27	€ 130.00	€ 350.00	€ 220.00	C	B	CB

Un alto nivel de disponibilidad de producto puede ser una herramienta para atraer clientes, ya que se tienen tiempos de respuesta más rápido, pero esto incrementa los costos de inventarios. El poder posponer entregas permite poder disminuir el riesgo de faltantes y con ella el costo de faltantes. Finalmente, el tener mejores proveedores le da flexibilidad a la compañía para poder actuar cuando hay faltantes, sin embargo, los proveedores con tiempos de entrega menores suelen cobrar más caro (Chopra & Meindl, 2008).

Otro criterio que se debe asignar es el medio de entrada del pedido para los clientes que ALRO contacta para los nuevos pedidos, es decir, si este se va a hacer por medio de un correo electrónico, una llamada telefónica o una visita personal. Las políticas de servicio al cliente que se recomienda utilizar en ALRO son las siguientes (Cuadro 11):

Cuadro 11. Políticas de servicio al cliente

Clasificación cliente	Clasificación SKU	Perfil de pedido	Medio de entrada de pedido	Nivel de servicio de SKUs
A	A	AA	Llamar	98%
A	B	AB	Llamar	95%
A	C	AC	Llamar	90%
B	A	BA	Enviar correo electrónico. Si sobra tiempo después de atender clientes A, llamar.	98%
B	B	BB	Enviar correo electrónico. Si sobra tiempo después de atender clientes A, llamar.	95%
B	C	BC	Enviar correo electrónico. Si sobra tiempo después de atender clientes A, llamar.	90%
C	A	CA	Recibir correo electrónico, mensaje de WhatsApp o llamada. Si sobra tiempo después de atender clientes A y B, llamar.	98%
C	B	CB	Recibir correo electrónico, mensaje de WhatsApp o llamada. Si sobra tiempo después de atender clientes A y B, llamar.	95%
C	C	CC	Recibir correo electrónico, mensaje de WhatsApp o llamada. Si sobra tiempo después de atender clientes A y B, llamar.	90%

Esta serie de parámetros a considerar con respecto al perfil de pedido de los clientes de ALRO, son las políticas de servicio al cliente (PSC) que debe implementar ALRO para poder fortalecer el servicio con base en las utilidades que generan estos a la distribuidora. Se debe crear un reporte con estas políticas de modo que el mismo sea accesible tanto para las encargadas de servicio al cliente como para los ejecutivos de venta, y los encargados de ventas y compras. Este proceso de apoyo donde se determinan estas políticas de servicio está relacionado tanto con el subproceso de entrada de pedido como con el procesamiento de pedido. En la siguiente figura se observa el diagrama BPM con el procedimiento descrito.

Figura 21. Procedimiento de subproceso de determinación de las PSC

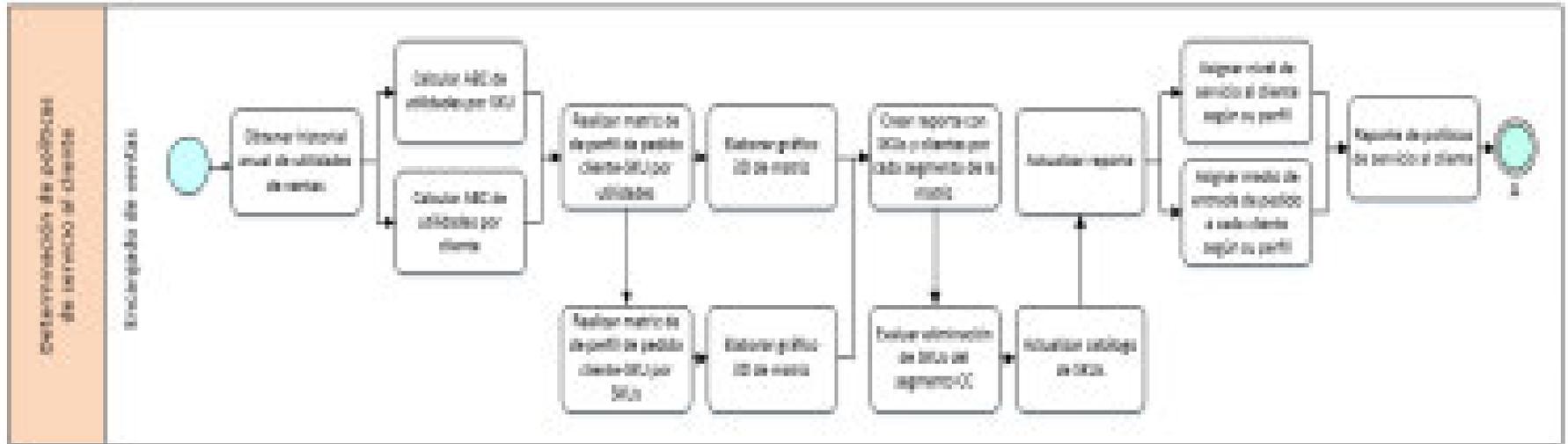


Figura 22. Reporte de pedidos de Distribuidora ALRO

Reporte de pedidos

Fecha Inicio:

Fecha Final:

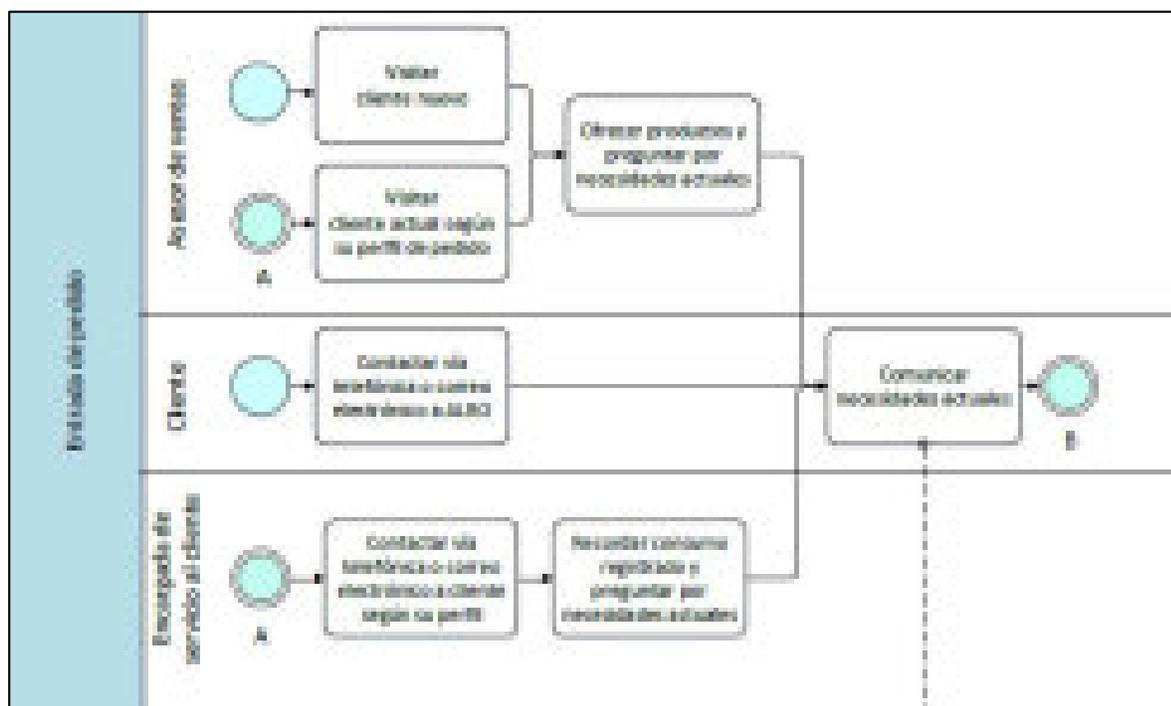
Actualizar Cambiar Export

Fecha de pedido	Número de pedido	Nombre del colaborador	Medio de solicitud	Código de cliente	Nombre de cliente	Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Cantidad de unidades de pedidos	Precio unitario	Monto total
14/04/2016	15728	José	WhatsApp	4585	HL	ALRO	7380401	DES. AMB. NATIFRESH AROMAVE 240 ML	18	187	3366
20/04/2016	15812	Maria	Llamada	1285	MYR	Complementario	70058AC	TOALLA DE COCINA TORK	14	255	3570
10/05/2016	16451	José	Correo	3588	LSW	Complementario	70151AAOC	PAPEL JUMBO ROLL TORK UNIVERSAL	20	125	2500

El proceso de Servicio al cliente está compuesto por cuatro subprocesos, el primero de ellos corresponde a la entrada del pedido. En este subproceso existen tres actores, el asesor de ventas, el cliente y las encargadas de servicio al cliente en ALRO. El asesor se debe encargar de visitar a los nuevos clientes, y a los clientes que según la política de servicio al cliente debe visitar. En esta visita su función es ofrecer los productos que distribuye ALRO y preguntarles por sus necesidades actuales. Para los demás clientes, las encargadas de servicio al cliente deben contactarlos ya sea por teléfono o por correo electrónico según la indicación en las políticas de servicio ya establecidas. En este tipo de relación con el cliente, la encargada de servicio lo que debe hacer es recordarle el histórico del consumo registrado y preguntar por sus necesidades actuales. Por último, también está el caso donde el cliente es quien contacta a la encargada de servicio al cliente de ALRO. Una vez consultadas las necesidades actuales, estas son comunicadas por parte del cliente y estas deben ser registradas (Figura 22. Reporte de pedidos de Distribuidora ALRO) para posteriormente procesar el pedido.

En la Figura 23 se encuentra el diagrama que representa el procedimiento para el subproceso de entrada de pedido.

Figura 23. Procedimiento de subproceso de entrada de pedido



El segundo subproceso es el de procesamiento de pedido, donde lo primero que se debe hacer es registrar todos los pedidos entrantes, y luego se debe verificar la disponibilidad para poder entregar estos pedidos (Stadtler & Kilger, 2008). En caso de que sí esté disponible el pedido solicitado, se debe comunicar al cliente la fecha de entrega según la fecha de la próxima ruta correspondiente a su ubicación, y posteriormente facturarlos y registrarlos como una venta entregada a tiempo. En caso de que el producto no se encuentre disponible en el momento que el cliente lo pide, esto debido a que el nivel de servicio no es de 100%, entonces se pueden presentar dos escenarios, que se pueda entregar tarde o que no, es decir, en este último caso se perdería la venta. Si el cliente acepta una entrega tardía, entonces se le comunica la fecha de

entrega, y se registra como una venta entregada tarde. Cuando el cliente no acepta una entrega tardía, entonces se debe registrar esa solicitud como venta perdida. Cuando se va a planificar la demanda del próximo mes, se debe crear un reporte del histórico mensual de las ventas clasificadas en las categorías mencionadas. En las Figuras 24 a 29 se puede observar el registro que se utiliza actualmente en ALRO y el registro que se propone en este procedimiento.

Figura 24. Registro actual de faltantes en ALRO

PRODUCTO FALTANTE							
Fecha	# factura	Cliente	Incompleto	Inoportuno	Incorrecto	Observaciones	Responsable
14/11/14	2070697	CLSC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los galones de agua blanca salieron hasta el otro día.	
14/11/14	2070697	Hotel EPG	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se facturó varios días después de pedido, xq el Aqua líquida no estuvo listo a tiempo.	
17/11/14	2070693	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se le entregaron los 8 galones del 1200394 varios días después, cliente envió correo quejándose de el atraso en la entrega.	
02/12/2014	2071160	CFDC		<input checked="" type="checkbox"/>		No habían esponjas verdes, ni alcohol en gel al momento de facturar, se factura tarde.	
02/12/2014	2071149	ATH		<input checked="" type="checkbox"/>		Esponjas verdes, facturación tarde.	
09/12/2014	2071899	NC		<input checked="" type="checkbox"/>		1 pedregal de Detergente.	

Figura 25. Registro propuesto para procesamiento de pedidos

Procesamiento de pedidos

Número de pedido

2071

Cargar Pedido

Fecha de pedido:	24/01/2014
Código de cliente:	2071
Nombre de cliente:	MS
Clasificador del cliente:	A
Fecha de entrega máxima:	15/01/2014
Cantidad de pedidos:	150

Imprimir

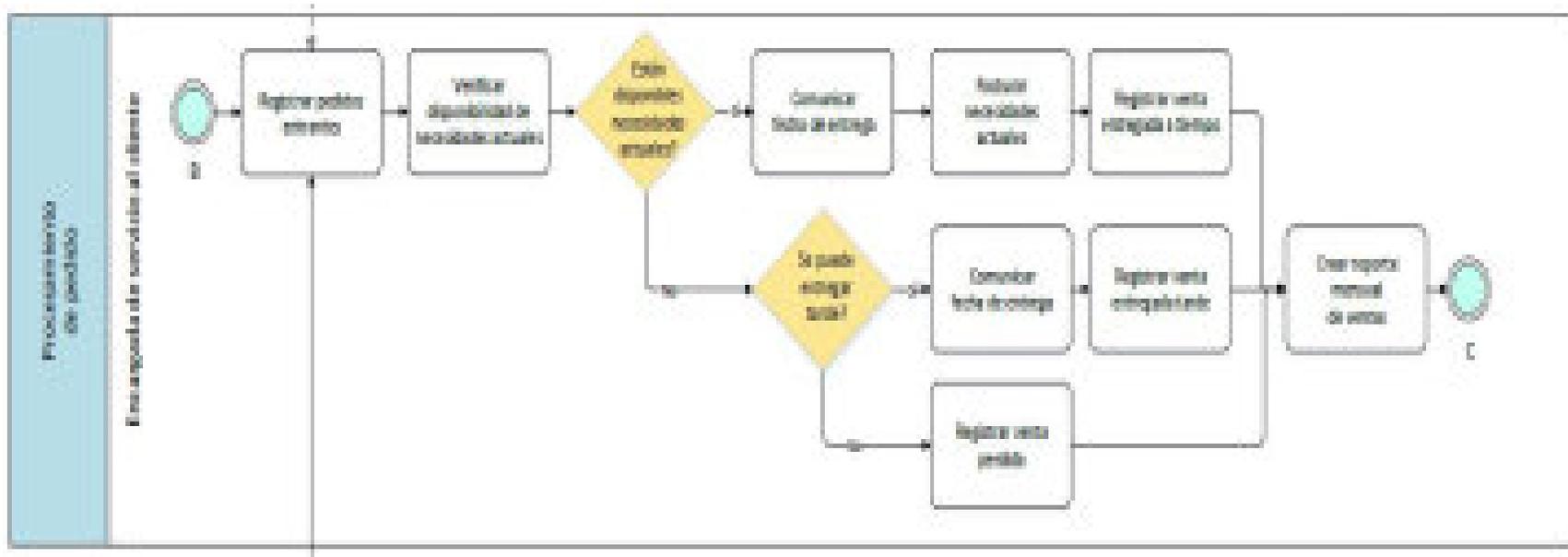
Exportar

Refrescar

Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Cantidad de unidades solicitadas	Cantidad de unidades disponibles	% de disponibilidad del SKU	Clasificación de disponibilidad	Se puede entregar tarde?	Fecha de entrega real	Cantidad de unidades facturadas	Clasificación según tipo de entrega
ALRO	1200401	DES. ARO 140L P/COCA COLA 140L	1	0	0%	Disponible				A tiempo
Complementario	1200394	TOALLA DE COCA COLA	1	7	7%	No disponible	Si	15/01/2014	1	Tarde
Complementario	1200400	PAPEL JUMBO ROLL TOALLA UNIVERSAL	0	1	0%	No disponible	No		0	Perdido

Se puede observar (Figura 26) como con el registro propuesto se logra tener un mayor control de los pedidos que ingresan a la distribuidora. En la siguiente figura se presenta el diagrama BPM del procedimiento descrito.

Figura 26. Procedimiento del subproceso de procesamiento de pedido



El tercer subproceso se llama Manejo de devoluciones (Ballou, 2004), y quienes participan son el cliente y las encargadas de servicio al cliente. Primero que todo, el cliente contacta vía telefónica, por correo electrónico o por un mensaje de la aplicación WhatsApp a alguna encargada de servicio al cliente de ALRO, y le solicita la devolución de uno o varios productos. La encargada de servicio primero debe preguntar si el producto está dañado, en caso de que sí presente daños, ella debe preguntarle al cliente si necesita que el producto sea repuesto, si la respuesta es que sí, entonces se registra la devolución y vuelve al subproceso de procesamiento de pedido, donde debe ingresarlo como un nuevo pedido. En caso de que el cliente no desee que le repongan el producto dañado, se hace una nota de crédito y se registra la devolución.

Si el producto que el cliente está devolviendo no estuviera dañado, la encargada de servicio debe confirmar si el producto que se le entregó fue el solicitado por el cliente en un principio, y si fuera así, se rechaza la solicitud de devolución. Pero si el producto había sido entregado incorrectamente, se debe preguntar al cliente si necesita que el producto sea repuesto, y en caso de que sí, se registra la devolución (Figura 27. Registro para devoluciones) y nuevamente se vuelve al subproceso de procesamiento de pedido, y en caso de que no requiera reposición, se hace una nota de crédito y se registra la devolución. Una vez procesadas las devoluciones, la encargada de servicio al cliente debe crear un reporte una vez al mes de todas las devoluciones del mes.

Figura 27. Registro para devoluciones

Manejo de devoluciones

Número de Factura

0571

Cargar factura

Fecha de pedido:	16/04/2016
Número de pedido:	4178
Código de tienda:	204
Número de cliente:	50
Cantidad de unidades:	1

Actualizar

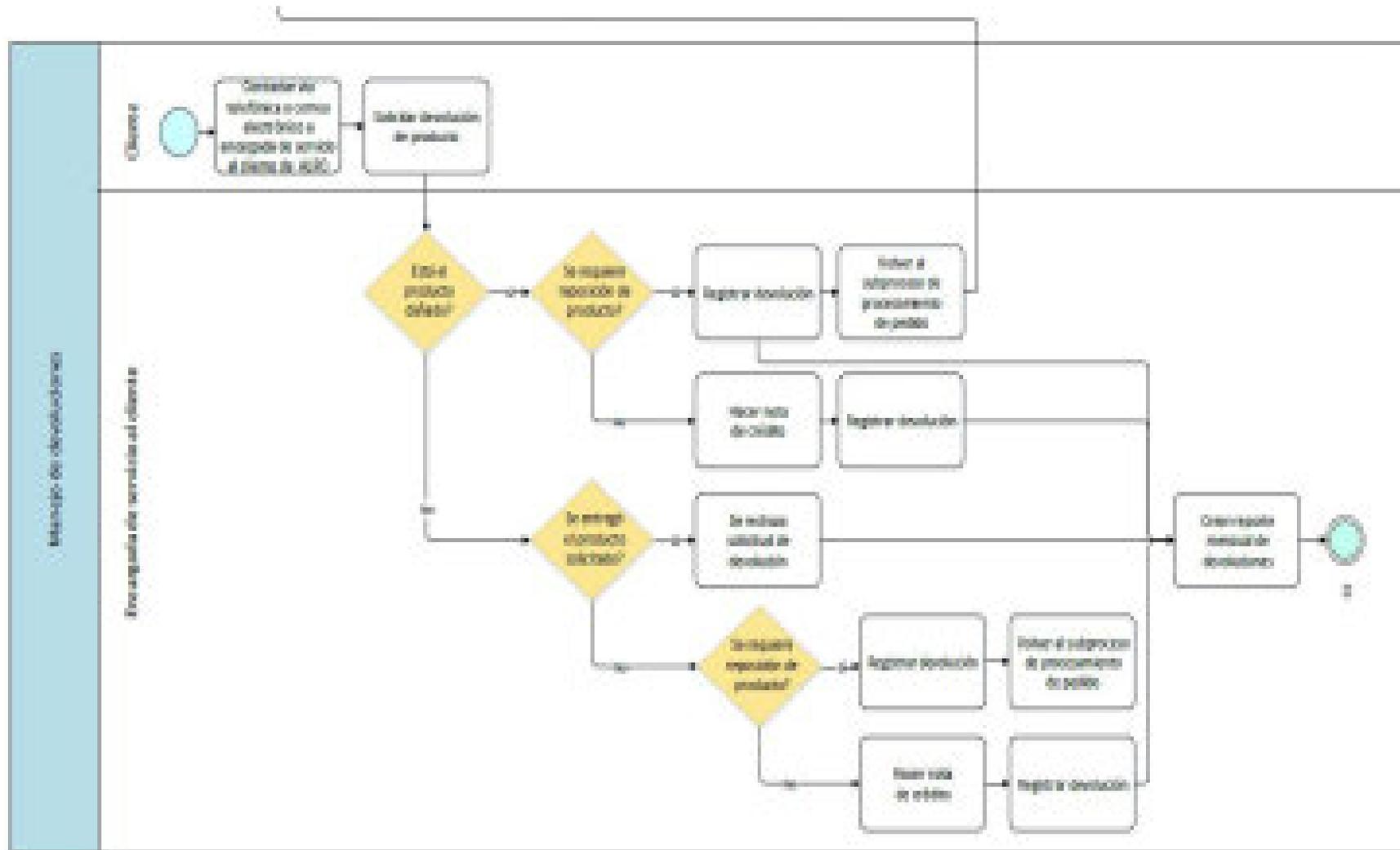
Guardar

Imprimir

Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Cantidad de unidades pedidas	Cantidad de unidades entregadas	Fecha de entrega real	Cantidad de unidades inventadas	% de devolución	Fecha de devolución	Motivo de la devolución	Notas
ALPIS	1080401	DES. AIRE FRÍO FRESH-AIR-PAV-2401L	18	18	12/04/2016	18	00.0%	17/05/2016	Fragancia incorrecta	
Complementos	10188AC	TOALLA DE COCINA YORK	17	17	12/04/2016	1	5.9%	17/05/2016	Insuficiente	
Complementos	10111A01C	PANEL JUNCO ROL YORK UNIVERSAL	16	16	12/04/2016	1	6.3%	17/05/2016	Marca incorrecta	

En la Figura 28 se encuentra el diagrama BPM de este subproceso, donde se observa de manera resumida las actividades que se deben llevar a cabo para procesar una devolución.

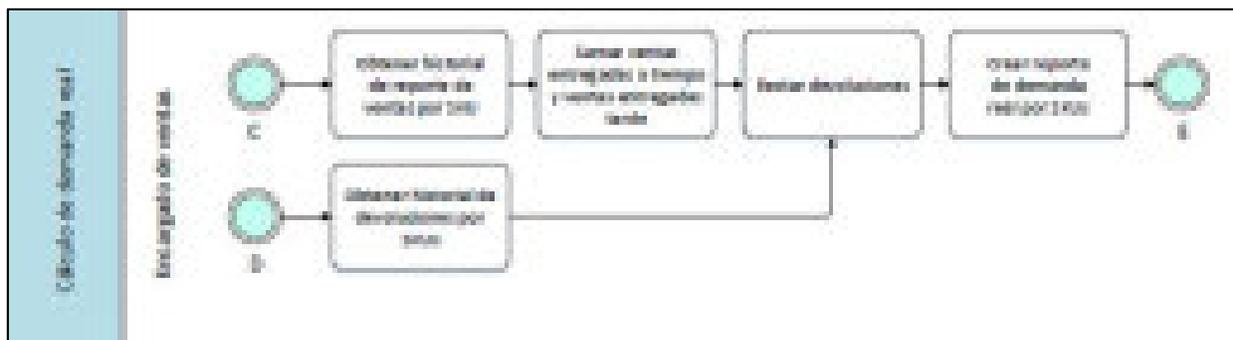
Figura 28. Procedimiento del sub proceso de manejo de devoluciones



El cuarto subproceso, corresponde al cálculo de la demanda real. Para esto, el encargado de ventas necesita obtener el historial de reporte de ventas por SKU, así como también el historial de devoluciones por SKU, y a partir de esto, sumar las ventas entregadas a tiempo, las ventas entregadas tarde, y posteriormente restar las devoluciones. Para este cálculo no se incluyen las ventas perdidas, porque no hay seguridad de que los productos solicitados realmente iban a ser comprados, por lo tanto se puede estar afectando el dato de la demanda real. Este cálculo se debe hacer para todos los SKUs, y por último se debe crear un reporte con la demanda real de cada SKU para un período de tiempo de al menos dos años consecutivos con el objetivo de poder observar los patrones de la demanda.

Se requiere conocer la demanda real, la cual consiste en la suma de las ventas entregadas a tiempo y las ventas entregadas tardíamente, menos las devoluciones que se realicen en un determinado período de tiempo. Esta última salida es indispensable para una mayor exactitud del plan de la demanda, ya que ALRO atiende tanto a clientes industriales (B2B) como a clientes al detalle (B2C), y se dice que los clientes industriales tienden más a aceptar entregas tardías, pero que los clientes al detalle no (Stadtler & Kilger, 2008), por lo tanto, el hecho de tener clientes al detalle implica la existencia de ventas perdidas, el cual es el caso de ALRO, y ya no bastaría con utilizar las ventas facturadas para calcular la demanda. En la Figura 29 se explica el procedimiento descrito.

Figura 29. Procedimiento del sub proceso de cálculo de demanda real



Seguidamente se presentan los procedimientos para el proceso de planificación de la demanda.

3.3.2. Procedimientos del proceso Planificación de la demanda

La demanda de los diferentes SKUs puede variar en el tiempo debido al crecimiento o decrecimiento en las ventas, a la estacionalidad del patrón de demanda, así como también por las variaciones generadas por diferentes factores como promociones del plan de mercadeo por ejemplo. Ballou (2004) determina que existen dos tipos de demanda: demanda regular y demanda irregular.

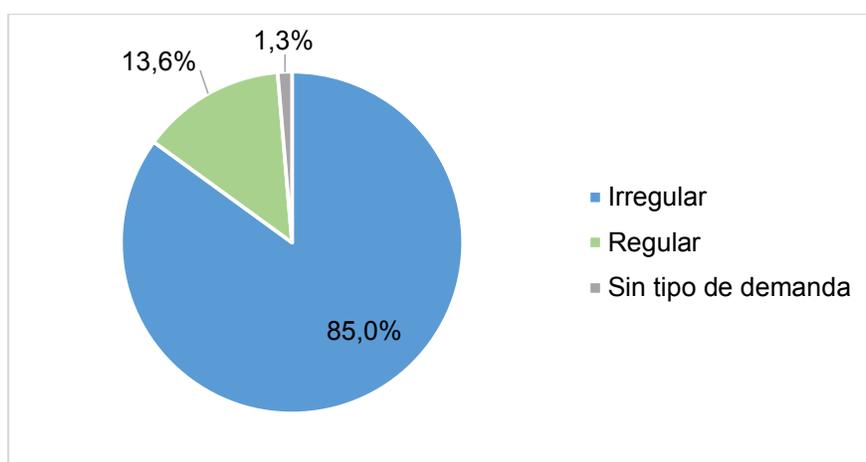
Es por esto que es necesario seleccionar primero el modelo de pronóstico que más se adecúe al tipo de demanda que presenta cada SKU, lo cual requiere de una clasificación previa de la demanda según su comportamiento, y de este modo se puede minimizar el error de pronóstico (Chopra & Meindl, 2008). En ALRO actualmente no se realiza este tipo de análisis, y se utiliza un único modelo de pronóstico para todos los SKUs, por lo tanto, se ha decidido crear un proceso

de apoyo llamado Selección de modelo de pronóstico, el cual tiene que llevar a cabo el encargado de ventas.

Para poder hacer este análisis se necesita obtener la demanda por mes durante un tiempo determinado por SKU, para este tiempo se recomienda analizar al menos dos años consecutivos para poder observar estacionalidades de la demanda. Luego, se debe calcular el coeficiente de variación de la demanda para cada SKU para conocer si presenta demanda regular o irregular, para lo que se considera como demanda regular a aquellos SKUs con coeficientes que sean menor o igual a 20%, y demanda irregular a los coeficientes mayores a 20% (Peterson et al., 1979).

En el caso de ALRO la clasificación de los SKU según su tipo de demanda, se realiza para una serie de tiempo de 48 meses, período de julio 2012 a junio 2016, lo cual se resume en el Gráfico 24.

Gráfico 24. Clasificación de los SKU según tipo de demanda (Julio 2012 – Junio 2016)



En el Gráfico 24 se puede observar que en ALRO el mayor porcentaje de los SKUs presentan demanda irregular, sin embargo, es importante analizar la importancia que representan estos para ALRO en cuanto a utilidades. En el siguiente cuadro se puede observar la clasificación de estos SKUs según un ABC de utilidades del período analizado (Julio 2012 – Junio 2016):

Cuadro 12. Clasificación ABC de utilidades según tipo de demanda

Tipo de demanda / Clasificación ABC	A	B	C	Total
Regular	47	18	16	81
Irregular	30	78	397	505
Sin tipo de demanda			8	8
Total	77	96	421	594

En el Cuadro 12 se tiene que el 79% de los SKUs con demanda irregular (397 SKUs) tienen una clasificación C en las utilidades de ALRO (₡85 millones), y apenas un 6% de los SKUs con demanda irregular tienen clasificación A (₡332 millones). Por otra parte, se encuentran los SKUs con demanda regular, de los cuales el 58% de ellos son A en utilidades (₡1,105 millones), y un 22% B (₡69 millones). A partir de esto es que se resalta una mayor importancia de poder

pronosticar de la mejor manera los productos con demanda regular. Cabe destacar que para dichos SKUs se recomiendan los métodos de suavización exponencial simple, doble y triple (Winters) (Peterson et al., 1979).

Para saber si la demanda de los productos con demanda irregular es intermitente o no, se debe calcular el promedio de intervalos entre demandas (ADI por sus siglas en inglés) y el cuadrado del coeficiente de variación (CV^2). ADI mide el promedio del número de períodos de tiempo entre dos demandas sucesivas y el CV representa la desviación estándar de la demanda dividida entre el promedio de la demanda sobre el número de períodos de tiempo (Kocer, 2013). Se dice que la demanda es intermitente si el ADI es mayor a 1,32 y el CV^2 es mayor a 0,49 (Faccio, 2010). En el caso de ALRO, se puede ver en el Cuadro 13. SKUs con demanda irregular intermitente, que de los 460 SKUs con demanda irregular, 200 presentan demanda intermitente, de ahí la importancia de incluir un método de pronóstico para este tipo de demanda. Este patrón de intermitencia se encuentra generalmente en los productos que se están introduciendo o retirándose del catálogo de productos de la empresa, y es difícil de pronosticar utilizando las técnicas que se utilizan para la demanda regular (Ballou, 2004). Por lo tanto, el método de más adecuado para este tipo de demanda es Croston (Petersen et al., 1979).

Cuadro 13. SKUs con demanda irregular intermitente

Tipo de demanda ▾	Cantidad de SKUs
Irregular	505
Intermitente	180
No intermitente	325
Regular	81
No intermitente	81
Sin tipo de demanda	8
No intermitente	8
Total general	594

Por último según el análisis realizado a la serie de tiempo de cada SKU, se descubre una tercera clasificación la cual corresponde a SKUs sin ningún tipo de demanda, pues en dichas series de tiempo los SKUs solo se vendieron en un mes de los 48 meses analizados, lo cual no permite calcular el coeficiente de variación (requisito mínimo 2 datos) y por ende no se puede asignar un tipo de demanda, ya que no existen patrones en la serie de tiempo, ni datos que analizar. Debido a esto y a que los SKU con clasificación “sin tipo de demanda” además de ser minoría (1,5% de los SKU) tienen clasificación C en utilidades, los mismos no se consideran dentro la etapa de diseño de este documento.

Para poder seleccionar el método de pronóstico se debe tener al menos 24 meses con demanda, de modo que se puedan identificar patrones de intermitencia para el caso de demanda irregular, y patrones de tendencia y estacionalidad para el caso de demanda regular (Peterson et al., 1979). Los SKUs que presentan demanda regular a su vez se clasifican en productos con presencia de nivel (Peterson et al., 1979), y puede haber algunos que además tengan tendencia, y otros que tengan tanto tendencia como estacionalidad. Para saber si la demanda de un SKU presenta tendencia, se debe calcular el promedio de los gradientes mensuales de la demanda, si este es

distinto de cero, entonces el producto presenta tendencia, y si el valor es cero, el SKU no tiene tendencia, se dice que solamente tiene nivel. Si el producto sí tiene tendencia, entonces se debe analizar el rango de variabilidad de los factores estacionales, con el cual en conjunto con la empresa ALRO se define que se debe hacer un ABC (Rodríguez, 2016) y determinar que los de clasificación A presentan estacionalidad.

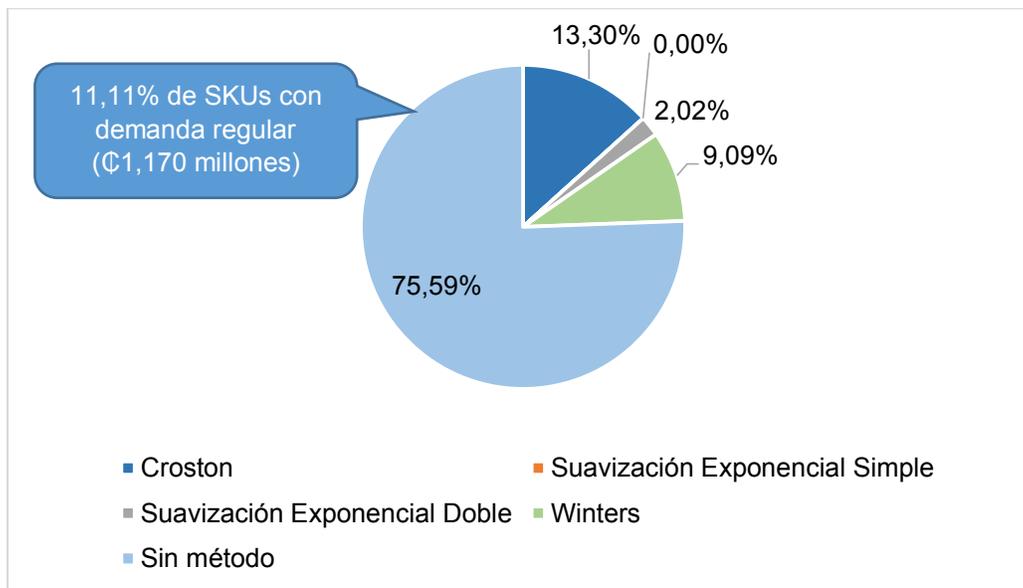
Una vez conocido el tipo de demanda de cada SKU, se debe crear un reporte donde se registre el tipo de demanda, se debe especificar si el SKU presenta demanda regular o irregular, si presenta tendencia o no, si presenta estacionalidad o no, y por último si su demanda presenta intermitencia o no. A partir de esta clasificación se puede seleccionar el modelo más adecuado para calcular el pronóstico, para esto se puede utilizar el Cuadro 14:

Cuadro 14. Modelo de pronóstico a utilizar según clasificación de demanda

Clasificación de la demanda				Modelo de pronóstico
Regularidad	Tendencia	Estacionalidad	Intermitencia	
Irregular	Sin tendencia	Sin estacionalidad	Intermitente	Croston
Regular	Sin tendencia	Sin estacionalidad	No intermitente	Suavización Exponencial Simple (SES)
Regular	Con tendencia	Sin estacionalidad	No intermitente	Suavización Exponencial Doble (SED)
Regular	Con tendencia	Con estacionalidad	No intermitente	Winters

En el Gráfico 25 se puede observar el resumen de la clasificación de los SKU según el modelo de pronóstico:

Gráfico 25. Clasificación de los SKU según método de pronóstico (Julio 2012 – Junio 2016)



Por lo tanto, según el gráfico anterior el 24,4% de los SKUs activos de ALRO (594 SKUs) se pueden pronosticar por medio del modelo propuesto. Estos SKUs representan el 66,88% de las utilidades de la empresa en este período de tiempo (₡1,2 millones), sin embargo, los SKUs cuya

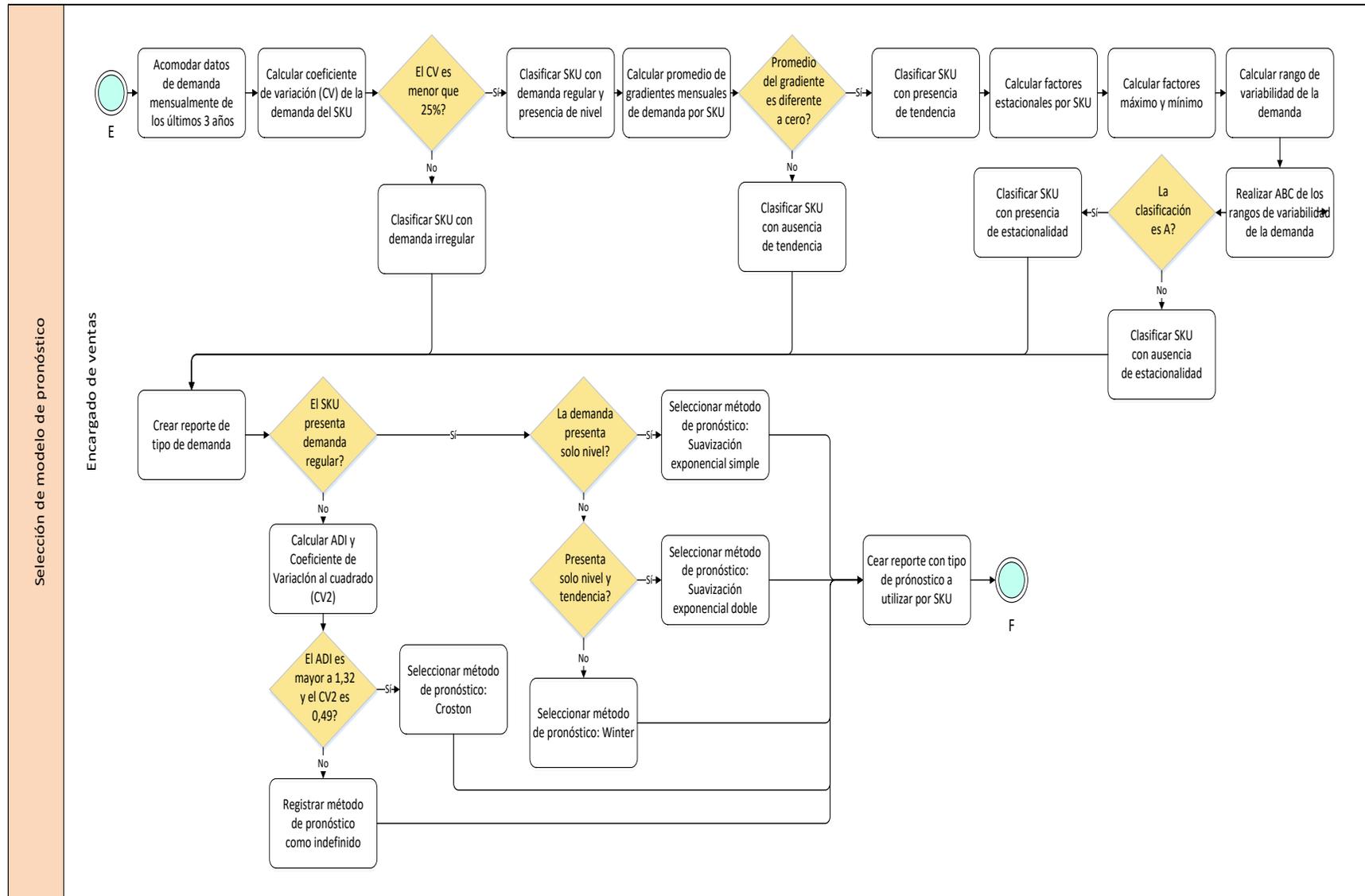
selección de modelo de pronóstico fue Croston apenas representa el 0,71% de las utilidades, por lo tanto, no se va a incluir dentro del modelo propuesto. Es decir, el 11,11% de los SKUs que sí se pueden pronosticar con el modelo propuesto representa el 66,18% de las utilidades (C\$1,17 millones).

El porcentaje restante de los SKUs presentan demanda irregular que no presenta intermitencia. Sin embargo, ya se analizó la importancia de este 24,4% de SKUs, ya que representa el 66,88% de las utilidades de la empresa en este período de tiempo (C\$1,18 millones).

Se observa en el gráfico que ninguno de estos SKUs obtuvo como modelo de pronóstico a utilizar el modelo llamado Suavización Exponencial Simple, modelo que utiliza como parámetros de selección la ausencia de tendencia y de estacionalidad en la demanda, es decir, que este 11,24% de SKUs con demanda regular en ALRO sí presentan tendencia y/o estacionalidad. Por lo tanto, se puede decir que en ALRO actualmente se está pasando por alto estos dos parámetros al utilizar el modelo de pronóstico llamado Promedio Móvil para el 100% de los SKUs.

En la Figura 30 se muestra el diagrama BPM del procedimiento que se acaba de describir.

Figura 30. BPD de subproceso de selección de modelo de pronóstico



Finalmente, se debe crear un reporte con el modelo de pronóstico a utilizar para cada SKU (

En este primer subproceso, lo primero que se debe hacer es asignar el tamaño de la serie de tiempo que se desea analizar para calcular el pronóstico. Luego, se deben acomodar los datos de demanda para cada SKU por mes, y se debe indicar la cantidad de períodos que se van a analizar.

Para calcular el pronóstico de los SKUs con demanda regular, se requiere asignar un valor a algunas constantes. En el caso de los modelos de pronóstico Suavización Exponencial Simple (SES) y Suavización Exponencial Doble (SED) se debe asignar un valor a la constante α , el cual está entre 0 y 1, y significa el peso que se le da al dato de demanda más reciente. Para el modelo de pronóstico Winters, además de asignar un valor a la constante α , se debe definir el valor de las constantes β y γ , las cuales también se encuentran entre los valores de 0 y 1, y representan la tendencia y la estacionalidad respectivamente (Peterson et al., 1979). Estas constantes pueden ser modificadas por la persona que vaya a calcular el pronóstico, sin embargo, en el Anexo 2. Constantes de suavización se indican los valores sugeridos para estas constantes, según la importancia que se le dé al significado de cada una. Por último, para los SKUs con demanda irregular intermitente se debe aplicar el modelo de pronóstico Croston. Finalmente, se debe crear un reporte con el pronóstico de la demanda de cada SKU.

Figura 31. Asignación de modelo de pronóstico por SKU), lo cual se va a utilizar para el primer subproceso del proceso de planificación de la demanda llamado Cálculo de pronóstico de la demanda. Este subproceso lo debe llevar a cabo el encargado de ventas.

En este primer subproceso, lo primero que se debe hacer es asignar el tamaño de la serie de tiempo que se desea analizar para calcular el pronóstico. Luego, se deben acomodar los datos de demanda para cada SKU por mes, y se debe indicar la cantidad de períodos que se van a analizar.

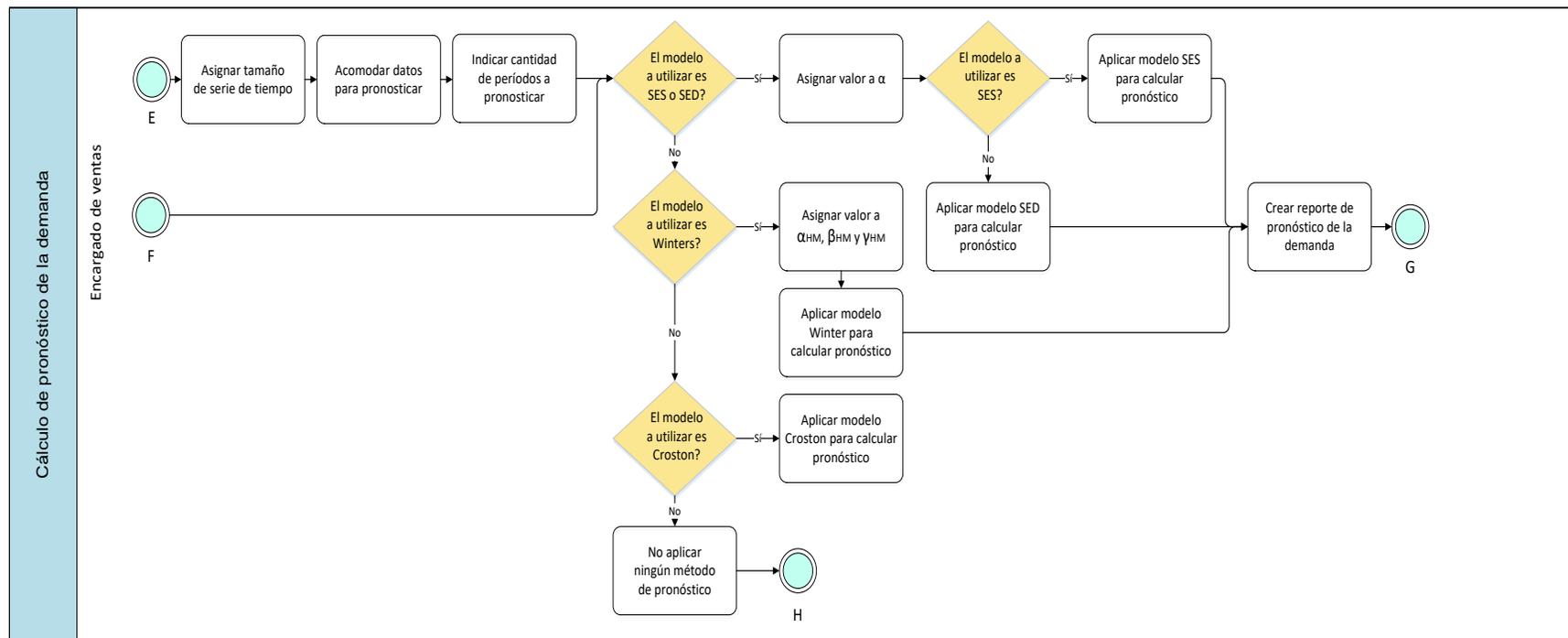
Para calcular el pronóstico de los SKUs con demanda regular, se requiere asignar un valor a algunas constantes. En el caso de los modelos de pronóstico Suavización Exponencial Simple (SES) y Suavización Exponencial Doble (SED) se debe asignar un valor a la constante α , el cual está entre 0 y 1, y significa el peso que se le da al dato de demanda más reciente. Para el modelo de pronóstico Winters, además de asignar un valor a la constante α , se debe definir el valor de las constantes β y γ , las cuales también se encuentran entre los valores de 0 y 1, y representan la tendencia y la estacionalidad respectivamente (Peterson et al., 1979). Estas constantes pueden ser modificadas por la persona que vaya a calcular el pronóstico, sin embargo, en el Anexo 2. Constantes de suavización se indican los valores sugeridos para estas constantes, según la importancia que se le dé al significado de cada una. Por último, para los SKUs con demanda irregular intermitente se debe aplicar el modelo de pronóstico Croston. Finalmente, se debe crear un reporte con el pronóstico de la demanda de cada SKU.

Figura 31. Asignación de modelo de pronóstico por SKU

Asignar modelo de pronóstico a cada SKU													
Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Mes 1	... Mes 36	Coord. Inv.	Tipo de demanda	Constante pronóstico	Promer. Estacional?	Rango de variabilidad de las ventas estacionales	Clasificación ABC de rango de variabilidad	Promer. estacionalidad?	ICR	Método de pronóstico
Almuerzo	040001	CALDO HAMB. HERRAJUELOS	04	100	41 0%	Irregular	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	1.1	Croston
Complementario	040002	TOPALCA DEL COCINERO TOPAL	04	50	41 0%	Irregular	0	No	4 10	0	No	No aplica	SED
Complementario	040003	PANEL JARRÓN DEL TOPAL	04	50	41 0%	Irregular	24	No	4 10	0	No	No aplica	SED

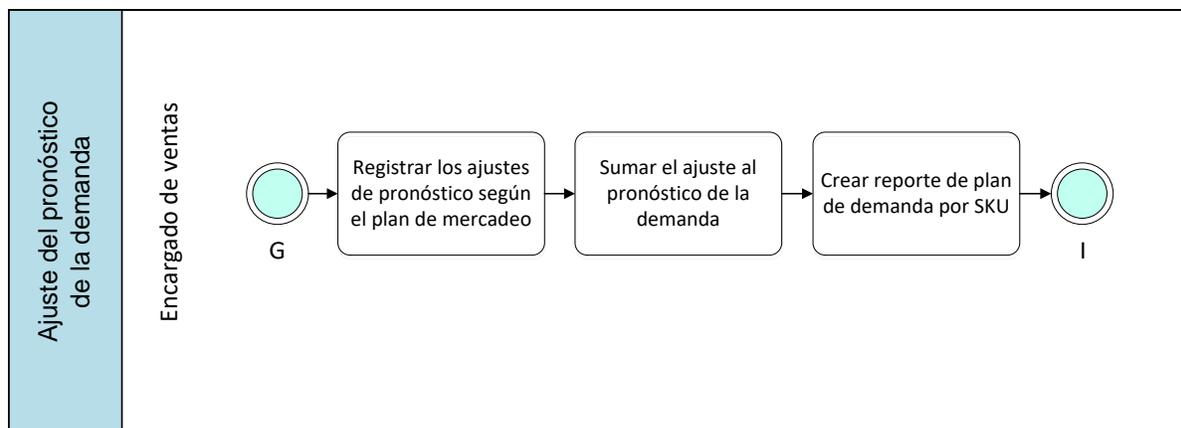
En la siguiente figura se presenta el diagrama BPM del procedimiento del sub proceso de cálculo de la demanda.

Figura 32. Procedimiento del sub proceso de cálculo de pronóstico de la demanda



El segundo subproceso que se tiene en el proceso de planificación de la demanda, corresponde al ajuste del pronóstico de la demanda. En este ajuste se deben incluir las ventas de acuerdo al plan de mercadeo, o como se le llama en ALRO, las ventas extraordinarias. Estas se deben a las nuevas negociaciones que se hacen con los clientes o a planes de promociones que lance el departamento de ventas. Para crear el reporte del plan de demanda para cada SKU se debe sumar este ajuste del pronóstico al pronóstico obtenido anteriormente. A continuación se puede ver el diagrama BPM correspondiente al procedimiento descrito (Figura 33).

Figura 33. Procedimiento del sub proceso de ajuste del pronóstico de la demanda



3.3.3. Procedimientos del proceso Planificación del abastecimiento

En el proceso de planificación del abastecimiento se deben planear los comportamientos de la demanda, las cantidades que se deben pedir de los productos, los momentos en que estos se deben realizar, y el nivel de servicio a ofrecer (Peterson et al., 1979).

A partir de esto se tiene que para planificar el abastecimiento de cada SKU se requiere de dos subprocesos: el cálculo de la cantidad de pedido y el cálculo del tiempo de reaprovisionamiento. Y estos a su vez se apoyan en los procesos de análisis de los costos que implica la compra de los productos, y de cálculo del inventario de seguridad y punto de reorden para cada SKU. Esto lo debe llevar a cabo el encargado de compras de ALRO.

En el proceso de apoyo llamado Análisis de costos, se debe calcular el costo total relevante (TRC por sus siglas en inglés) anual para cada SKU. Este costo está conformado por tres tipos de costos. Uno de ellos es el costo de adquisición, el cual corresponde al producto de la demanda anual del SKU y su respectivo costo unitario. Otro costo sería el costo total de pedido, y es el costo de hacer los pedidos requeridos en el año. El tercer costo a considerar en este análisis es el costo de acarreo de inventario, el cual depende del inventario y la tasa de acarreo de inventario. Para calcular la tasa de acarreo de inventario se consideraron los siguientes rubros, los cuales fueron indicados por la empresa (Rodríguez, 2016). Para el seguro de la mercancía se considera un 0,5%, para mano de obra en bodega un 1,2%, para mermas por caducidad, robo o deterioro un 0,5%, para la administración de la bodega un 1,3%, para los servicios públicos, combustible y lubricantes un 1%, y para la depreciación un 1,5%. Además se considera un porcentaje correspondiente al costo de oportunidad por almacenar el inventario adquirido, es decir, las ganancias económicas que se dejarían de percibir por no haber invertido el dinero que se utilizó

para adquirir el inventario, en un producto bancario como lo es un certificado de depósito. Según un estudio realizado por el periódico El Financiero, en Costa Rica las instituciones financieras que brindan un mejor rendimiento económico son las cooperativas, y entre ellas, Coopeservidores es la que ofrece una mayor tasa de interés para un certificado de depósito a 12 meses plazo, la cual se encuentra en 9,75% en colones (Cisneros, 2015). Debido a esto se considera un 9,75% de costo de oportunidad para el cálculo de la tasa de acarreo de inventario, sumando esta un 15,75%.

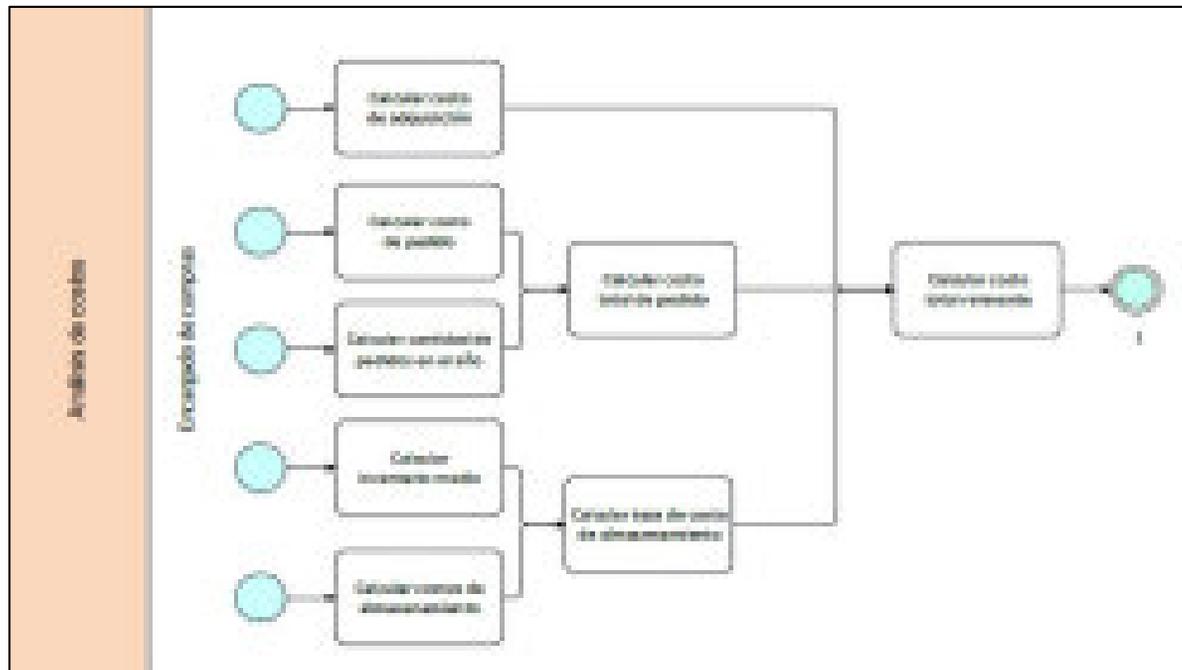
Finalmente, a partir de estos costos es posible calcular el TRC, el cual se utiliza posteriormente para analizar el cálculo de la cantidad a pedir. El registro de estos costos se debe iniciar según el formato de la Figura 24.

Figura 34. Costo total relevante por SKU

Análisis de costos																					
Código de producto		Centro de costos		Costos directos										Costos indirectos						Costo total	
SKU	Descripción	Centro de costos	Centro de costos	Material	Mano de obra	Alquiler	Transporte	Comunicaciones	Seguros	Impuestos	Depreciación	Intereses	Alquiler	Transporte	Comunicaciones	Seguros	Impuestos	Depreciación	Intereses	Costo total	
1001	Producto A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

En el siguiente diagrama se puede observar este procedimiento.

Figura 35. Procedimiento del sub proceso de análisis de costos



Para calcular el punto de reorden en el segundo proceso de apoyo se requiere calcular antes el inventario de seguridad. Para esto es necesario calcular la desviación estándar de los errores de pronóstico de la demanda, o bien se multiplica el error de pronóstico MAD por la constante 1,25 (Peterson et al., 1979). Posteriormente se debe calcular la variabilidad de la demanda durante el tiempo de reabastecimiento, y luego calcular el factor de seguridad. Finalmente, con el stock de seguridad y la demanda durante el tiempo de entrega de los proveedores se puede calcular el punto de reorden, el cual indica el momento en que se debe realizar la siguiente compra de un producto en específico.

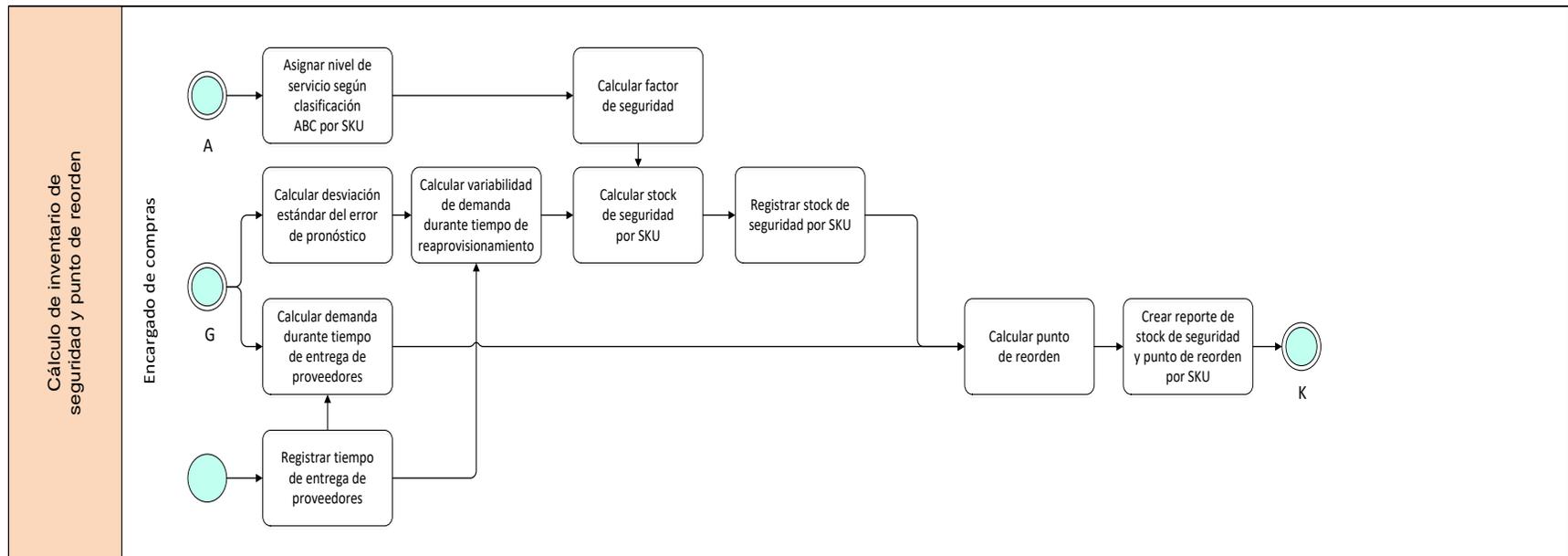
Esta información debe estar debidamente registrada con el formato de la Figura 36, donde se utiliza un sistema semáforo para que alerte al encargado de compras qué tan próximo se encuentra el punto de reorden de cada SKU, es decir, rojo si el punto de reorden está a un día de cercanía o si ya pasó, amarillo si está a 4, 3 ó 2 días de que el inventario alcance el punto de reorden, y por último verde si faltan 5 o más días para que el inventario disponible se acerque al punto de reorden.

Figura 36. Cálculo y registro de stock de seguridad y punto de reorden

Cálculo de SS y punto de reorden											
Tipo de producto	Código de SKU	Descripción de SKU	Nivel de servicio	Desviación estándar del error de pronóstico	Tiempo de entrega (L)	Demanda durante L	Variabilidad de la demanda durante L	Factor de seguridad	Inventario de seguridad	Inventario disponible	Punto de reorden
ALRO	1280401	DES. AMB. NATUTRESSE	90%	8	3	10	2	1.28	5	11	II
Complementario	10151AA0C	PAPEL JUMBO ROLL TORK	90%	5	3	15	1	2.1	18	28	II
Complementario	10151AA0C	PAPEL JUMBO ROLL TORK	90%	2	3	5	2	1.64	8	18	II

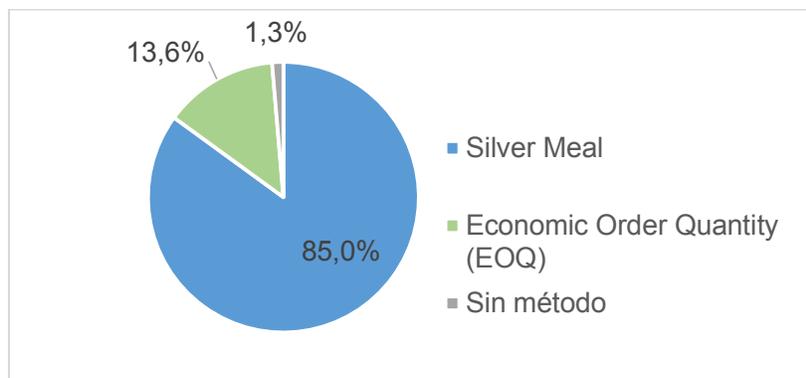
En la Figura 37 se observa el procedimiento del proceso de apoyo cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden.

Figura 37. Procedimiento del sub proceso de cálculo de inventario de seguridad y punto de reorden



En cuanto al subproceso correspondiente al cálculo de la cantidad de pedido, primeramente se debe clasificar la demanda en determinística o probabilística por medio del coeficiente de variación, es decir, si este es menor o igual a 0,2, se dice que la demanda es determinística (regular), y si es mayor a 0,2 es probabilística (irregular) (Gráfico 21). En el caso de que la demanda sea determinística, se puede utilizar la cantidad económica de pedido (EOQ por sus siglas en inglés), si la demanda es probabilística se debe utilizar otro método para demanda variable como Silver Meal (Peterson et al., 1979). En el Gráfico 21 se muestra dicha clasificación:

Gráfico 21. Clasificación de los SKU según método para estimar Q (Julio 2012 – Junio 2016)



En el Gráfico 21 se puede observar que al 13,6% de los SKU se les debe aplicar el método EOQ con descuento o sin descuento para estimar la cantidad de pedido, ya que este porcentaje corresponde a SKUs con demanda determinística. La asignación de alguno de estos métodos depende de las ofertas que realicen los proveedores según previo acuerdo con el Encargado de Compras de ALRO. Por otra parte, al 85% de los SKU activos se les debe aplicar el método Silver Meal, pues estos presentan demanda irregular. Por último, existe un 1,3% de los SKU activos que no se les puede asignar método para la estimación de la cantidad de pedido, debido a que los mismos no se pueden clasificar en demanda regular ni irregular, ya que en la serie de tiempo correspondiente a estos SKUs se presenta una sola venta, lo cual no permite calcular el coeficiente de variación (requisito mínimo 2 datos).

Para el uso del EOQ se deben tomar en cuenta algunas consideraciones, tales como si el producto a comprar puede tener descuento. Si al producto se le pudiera aplicar algún tipo de descuento, entonces se calcula el EOQ con descuento (EOQ_{cd}). Si esta cantidad (EOQ_{cd}) fuera mayor que la cantidad fijada por el proveedor para dar descuento (Q_b), entonces se pide el Q_b . Si el EOQ_{cd} fuera menor que el Q_{cd} , entonces se debe comparar el costo total relevante del EOQ sin descuento ($TRC(EOQ_{sd})$) y el de Q ($TRC(Q_b)$). Si el $TRC(EOQ_{sd})$ es menor que $TRC(Q_b)$, se debe pedir el EOQ_{sd} , y si es mayor, se debe pedir Q_b . Después de este análisis y cálculo de la cantidad de pedido, se debe registrar el método utilizado para calcularla y posteriormente, crear un reporte con las cantidades a pedir para cada SKU. En la figura que se presenta seguidamente se encuentra el procedimiento del sub proceso de cálculo de la cantidad de pedido (Figura 38 y 39).

Una vez que se conozca cuánto se debe pedir y cuál método se utilizó, se debe ejecutar el segundo subproceso, en el cual se calcula el tiempo de reaprovisionamiento, es decir, cada cuánto se va a pedir la cantidad calculada en el subproceso anterior. Si el método utilizado para calcular la cantidad de pedido de un SKU es el EOQ, entonces se procede a calcular el TEOQ, y si es otro método, entonces se calcula el tiempo de reaprovisionamiento según el punto de reorden calculado anteriormente. En la Figura 38 se observa el procedimiento del subproceso donde se calcula el tiempo de reaprovisionamiento para cada SKU.

Finalmente, como salida final del proceso de planificación del abastecimiento se tiene el Plan de abastecimiento de ALRO.

3.3.4. Procedimientos del proceso Control y mejora de la cadena de suministro interna

El proceso de control y mejora tiene como objetivo controlar y mejorar, los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, a través de la creación, medición y análisis de indicadores, con el fin de cuantificar el desempeño de los procesos y permitir la mejora continua. Para ello se plantea dicho proceso en el modelo conceptual y se subdivide en cuatro subprocesos: planeación de objetivos y definición de indicadores, cálculo de indicadores, verificación de indicadores y planeación de acciones correctivas.

La creación de los procedimientos para la ejecución de los subprocesos mencionados, toma como punto de partida el modelo de Deming o círculo de Deming, el cual está conformado por cuatro actividades (El ciclo PHVA, 2012).

- **Planear:** en esta actividad se determinan los objetivos y metas, así como los métodos para alcanzar dichos objetivos y metas y se fomenta la estandarización.
- **Hacer:** se basa en la comunicación, toma de conciencia y formación, en esta actividad se ejecutan los métodos y se registran los datos.
- **Verificar:** consiste en verificar los procesos y resultados obtenidos en la actividad “Hacer” de modo que se compruebe si se está mejorando o no.
- **Actuar:** en esta actividad se toman las acciones de acuerdo a los resultados obtenidos en la actividad anterior, en caso de que los resultados no sean favorables, se debe identificar la causa raíz y se establecen las acciones correctivas y preventivas que eviten la reincidencia, de forma que se promueva la mejora continua.

Dado que el proceso de control y mejora se enfoca en la creación, medición y análisis de indicadores, se utiliza como base la norma INTE 01-01-01-05 “Guía para la implementación de sistema de indicadores” (INTECO, 2005), la cual establece la siguiente metodología dividida en 5 pasos o acciones a ejecutar:

- Selección y denominación del indicador.
- Determinación de la forma de cálculo y periodicidad de la revisión.
- Definición de las responsabilidades.
- Definición de los umbrales del indicador
- Determinación de la mejor forma de representar el indicador.

Por lo tanto, es a partir del modelo de Deming y de la norma INTE 01-01-01-05 (INTECO, 2005), que se crean los procedimientos necesarios que permitan la ejecución del modelo conceptual planteado para los subprocesos del proceso de control y mejora.

La aplicación de dicho modelo debe comenzar a través del procedimiento del subproceso de planificación de objetivos y definición de indicadores, el cual tiene como entradas los reportes de los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento, según corresponda el proceso que se desee controlar y mejorar, cabe destacar que la utilización de estos reportes se plantea como ayuda para determinar las variables que influyen dentro del proceso analizado, aunque no se restringe a su uso exclusivo.

En este subproceso se plantea la creación y definición de objetivos e indicadores a partir de la determinación de las variables que afectan a cada uno de los procesos bajo estudio, las cuales deben ser determinadas por el encargado de ventas y el encargado de compras según corresponda, una vez establecidas dichas variables, se les debe asignar un objetivo, una meta y tantos indicadores como sea necesario, esto dependerá del grado de robustez con que se desee medir y controlar la variable.

Posteriormente a cada indicador se le debe definir los límites máximos y mínimos permitidos, de modo que se permita identificar cuando el indicador está conforme o no conforme, para finalizar este subproceso se debe generar un reporte en donde se especifique las variables, objetivos, metas e indicadores para cada proceso bajo estudio, de modo que se documente la información y sirva como insumo para el subproceso cálculo de indicadores.

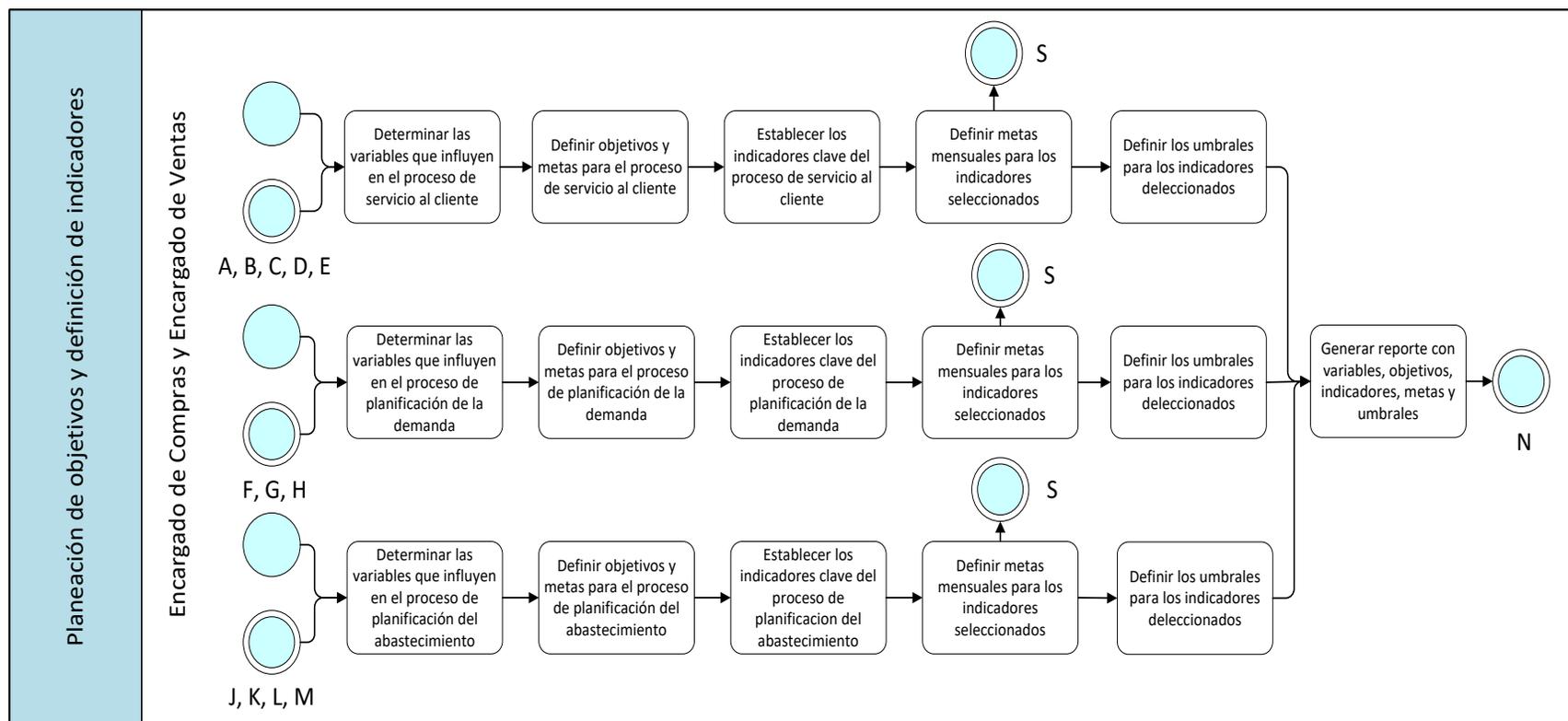
Cabe destacar que la definición de los objetivos se debe desarrollar refiriéndose a alguna de las siguientes acciones: incrementar, evaluar, aumentar, reducir, disminuir, mantener, implementar, certificar, etc. Posteriormente se completa la frase y oración señalando el objeto de la acción, un ejemplo de objetivo es disminuir el nivel de inventarios en el almacén. Para el caso de las metas es importante asignar los plazos, responsables y los rangos numéricos de actuación permisibles (El ciclo PHVA, 2012). Para esto se propone utilizar una tabla como la que se muestra en Figura 40:

Figura 40. Plan de indicadores de los procesos de planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y servicio al cliente

Plan de indicadores									
Fecha de creación	Creador	Proceso	Variable	Objetivo	Indicador	Base	Límite inferior	Límite superior	Fórmula
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Entrega tardía	Disminuir la cantidad de entregas tardías	Índice de órdenes entregadas de manera tardía				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Ventas perdidas	Reducir la cantidad de ventas perdidas	Índice de ventas perdidas				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Nivel de servicio	Aumentar el nivel de servicio	Nivel de servicio por línea				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Nivel de servicio	Aumentar el nivel de servicio	Nivel de servicio por orden				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Nivel de servicio	Aumentar el nivel de servicio	Nivel de servicio por unidad				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Servicio al cliente	Devoluciones	Reducir la cantidad de devoluciones	Índice de devoluciones				
01/06/2018	Jeffy y Aza	Planificación de la demanda	Desajustes	Disminuir los inventarios debido al error de pronóstico	BAC				

En la Figura 41 se observa el diagrama BPM correspondiente al procedimiento del sub proceso de planeación de objetivos y definición de indicadores.

Figura 41. Procedimientos de Proceso de Control y mejora



En el caso del subproceso cálculo de indicadores el procedimiento comienza tomando como insumo el reporte obtenido en el subproceso de planificación de objetivos y definición de indicadores, posteriormente para cada uno de los indicadores establecidos en dicho reporte se define la forma y periodicidad de cálculo, se determinan la existencia de los datos necesarios para su cálculo, en caso de que los mismos no existan, se debe establecer el método para cuantificarlos y asignar los responsables del registro, también se deben identificar los responsables del cálculo, comunicación y análisis, determinar la mejor forma de representación que por lo general es un gráfico y por último calcular los indicadores pasándolos en un reporte que permita su registro y documentación para ser utilizado en el subproceso de verificación de indicadores.

La mejor manera de administrar un proceso es por medio de sus indicadores, ya que solo se puede controlar lo que se mide y solo se puede mejorar lo que está bajo control, por lo tanto un indicador se puede definir como un índice numérico que se define sobre los resultados de un proceso y que muestra el grado de cumplimiento con los requisitos del cliente interno o externo y de las otras partes interesadas (El ciclo PHVA, 2012). El diagrama BPM de este sub proceso se puede ver en la Figura 42.

Una vez se hallan calculado los indicadores se debe proceder a ejecutar el procedimiento del subproceso de verificación de indicadores en el cual se verifican cada uno de los indicadores, determinando y registrando su conformidad de acuerdo a los umbrales y metas establecidas en el procedimiento de planeación de objetivos y definición de indicadores.

Para estas dos actividades, hacer y verificar, se propone utilizar también un sistema de semáforo para alertar qué tan bien o mal se encuentra el resultado de los indicadores, y así de esta manera poder tomar una decisión lo más pronto posible sin pasar por alto un resultado que afecte el desempeño de la cadena de suministro interna de ALRO. En la Figura 43 cálculo y verificación de indicador señal de rastreo, se puede observar un ejemplo de este sistema en el resultado del indicador de señal de rastreo para el producto antigraza eco power.

Figura 42. Procedimiento del sub proceso de cálculo de indicadores

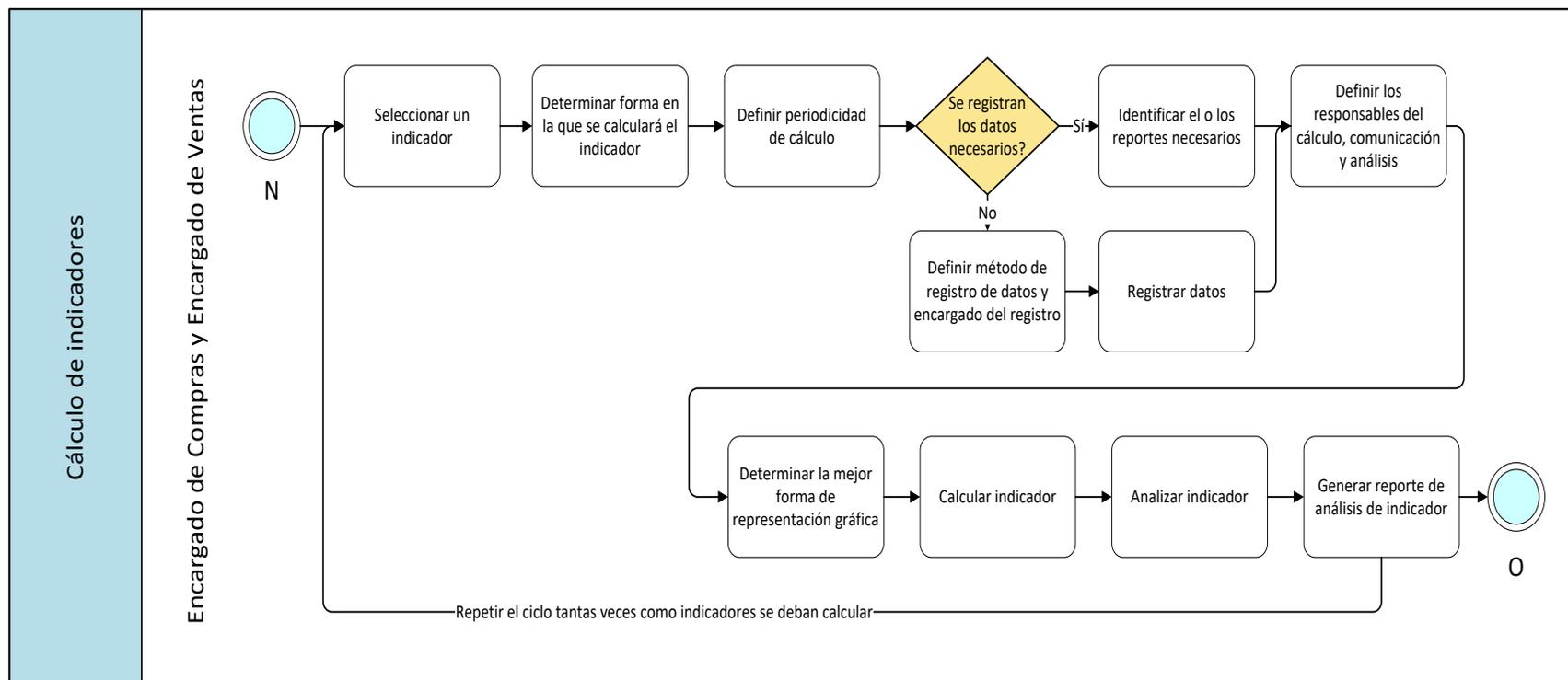
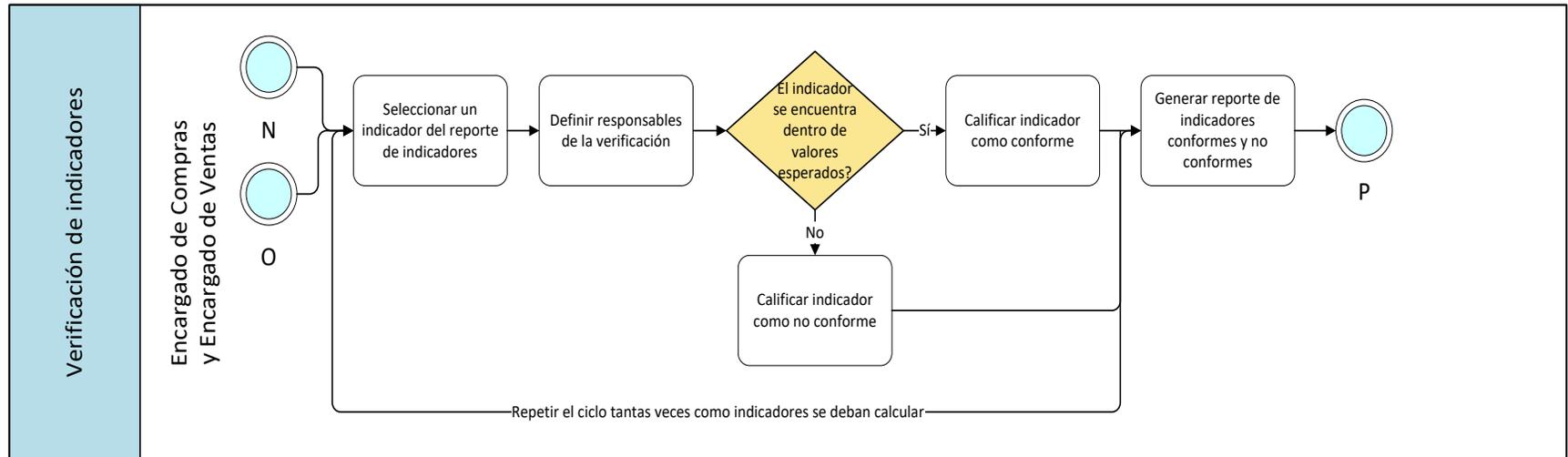


Figura 43. Cálculo y verificación de indicador señal de rastreo



El detalle de este procedimiento se puede observar en la Figura 44:

Figura 44. Procedimiento del sub proceso de verificación de indicadores



Por último se debe aplicar el procedimiento de planeación de las acciones correctivas en donde en caso de que el indicador haya sido calificado como no conforme, se debe determinar la causa raíz del incumplimiento y definir las acciones correctivas y preventivas y en caso de que el indicador haya sido calificado como conforme se vuelve a comenzar el procedimiento de planeación de objetivos con el fin de establecer nuevas metas, permitiendo la mejora continua de todos los procesos. Para el registro y control de estas acciones se propone utilizar un formato como el siguiente, donde se maneja el sistema semáforo para resaltar aquellos indicadores que requieren de mayor atención para un mejor desempeño (Figura 45).

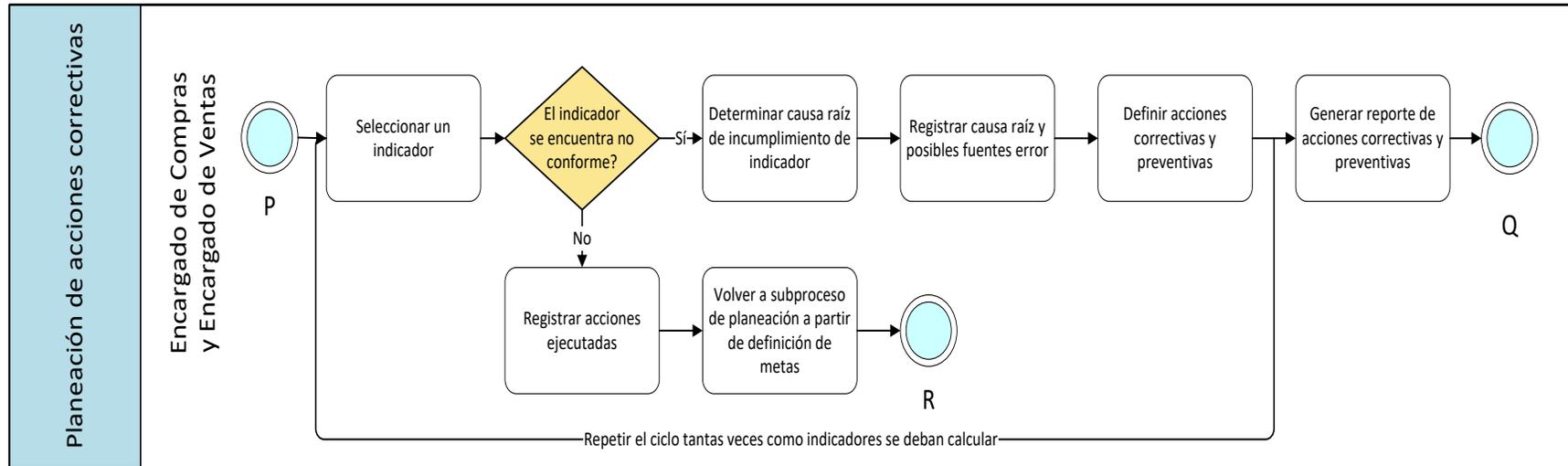
Figura 45. Plan de acciones correctivas y preventivas

Fecha	Indicador	Cód	Resultado	Umbral mínimo	Umbral máximo	Condicionador	Causa raíz	Tipo de acción	Fecha de aplicación	Resultado
01/08/2015	Índice de órdenes entregadas de manera tardía	0200401	20%	0%	10%	No sistema	Baja gestión de compras	Correctiva	15/10/2015	20%
01/08/2015	Índice de ventas perdidas	70516400	8%	0%	8%	Desempeño	Baja planificación de la demanda	Correctiva	16/10/2015	8%
01/08/2015	Nivel de servicio por línea	0200042	90%	80%	90%	Compras	Buena planificación de la demanda	Preventiva	04/02/2015	90%
01/08/2015	Nivel de servicio por orden									

El diagrama BPM de este procedimiento se presenta a continuación (Figura 46):

:

Figura 46. Procedimiento del sub proceso de planeación de acciones correctivas



Con el objetivo de facilitar la ejecución de dichos subprocesos, se plantea la base de variables e indicadores a utilizar durante la implementación del proceso de control y mejora así como su forma de cálculo (Cuadro 15):

Cuadro 15. Indicadores propuestos

Proceso	Variable	Objetivo	Indicador
Servicio al cliente	Entregas tardías	Disminuir la cantidad de entregas tardía	Índice de órdenes entregadas de manera tardía
	Ventas pérdidas	Reducir la cantidad de ventas pérdidas	Índice de ventas perdidas
	Nivel de servicio	Aumentar el nivel de servicio	Nivel de servicio por línea
			Nivel de servicio por orden
Devoluciones	Reducir la cantidad de devoluciones	Índice de devoluciones	
Planificación de la demanda	Incertidumbre	Disminuir la incertidumbre debida al error de pronóstico	MAD
			MAPE
			MSE
			Señal de rastreo
		Disminuir la incertidumbre debida al plan de mercadeo	Porcentaje de error
Planificación del abastecimiento	Niveles de Inventario	Disminuir excedentes y faltantes de inventario	Índice de rotación
			Inversión de inventario promedio
			Días de inventario
			Índice de inventario con riesgo intermedio y elevado de excedentes
			Índice de inventario con riesgo intermedio y elevado de faltantes

Indicadores del proceso de servicio al cliente

Órdenes entregadas de manera tardía (*Backorders*): Relación entre cantidad de órdenes entregadas de manera tardía y la cantidad total de órdenes requeridas.

$$Backorders = \frac{\text{Cantidad de ordenes tardías}}{\text{Total de ordenes requeridas}} \quad (13)$$

Este indicador es útil porque permite cuantificar la cantidad de ordenes entregadas de manera tardía y por ende con su control y mejora se puede entregar el producto en el tiempo adecuado, aumenta la satisfacción del cliente, evitar las ventas pérdidas y por ende aumentar la rentabilidad del negocio.

Índice de ventas pérdidas: Relación entre las ventas pérdidas y las ventas totales.

$$\text{índice de ventas pérdidas} = \frac{\text{Ventas perdidas}}{\text{Total de ventas}} \quad (14)$$

Este indicador es útil para hacer visible el % de ventas pérdidas sobre el porcentaje de ventas completadas; además con el numerador de la ecuación se puede conocer la cantidad exacta de dinero que se deja de percibir por no tener el inventario adecuado para suplir todos los requerimientos de demanda.

Nivel de servicio al cliente: El nivel de servicio al cliente mide el nivel de cumplimiento y de satisfacción de la demanda requerida (Frazelle, 2002), su fórmula de cálculo es:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Demanda satisfecha}}{\text{Total de demanda}} \quad (15)$$

El nivel de servicio puede ser expresado en 3 sub-indicadores:

Nivel de servicio por línea: Relación entre líneas de órdenes completadas y las líneas requeridas por demanda.

$$\text{Nivel de servicio por línea} = \frac{\text{Líneas de órdenes completadas}}{\text{Total de líneas requeridas}} \quad (16)$$

Nivel de servicio por orden: Relación entre órdenes completadas (excluyendo las órdenes entregadas de manera tardía) y el total de órdenes requeridas.

$$\text{Nivel de servicio por orden} = \frac{\text{Órdenes entregadas a tiempo}}{\text{Total de órdenes requeridas}} \quad (17)$$

Nivel de servicio por unidad: Relación entre unidades de producto completadas y las unidades requeridas por demanda.

$$\text{Nivel de servicio por unidad} = \frac{\text{Unidades completadas}}{\text{Total de unidades requeridas}} \quad (18)$$

Devoluciones: Relación entre unidades devueltas y las unidades vendidas en un determinado período de tiempo.

$$\text{Índice de devoluciones} = \frac{\text{Suma de unidades devueltas}}{\text{Total de unidades vendidas}} \quad (19)$$

Indicadores del proceso de planificación de la demanda

Los pronósticos siempre están equivocados y, por tanto, deben incluir tanto el valor esperado del pronóstico como una medida de error del mismo (Chopra & Meindl, 2008).

Para evaluar el desempeño del proceso de la planificación de la demanda por medio de la exactitud del método de pronóstico, primero que todo se deben registrar los errores de pronósticos de los diferentes productos; y posteriormente, se pueden calcular varios índices en un período de tiempo t para conocer qué tan buenos o malos han resultado. Entre los índices que se debieran utilizar para esto se encuentran la Desviación Media Absoluta (MAD por sus siglas en inglés), la Desviación Porcentual Absoluta Media (MAPD por sus siglas en inglés) o bien conocida como el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE por sus siglas en inglés), y el Error Medio Cuadrado (MSE por sus siglas en inglés). Estas tres medidas de exactitud pueden

usarse en un período de tiempo $t = n$ para establecer una comparación entre los diferentes métodos de pronósticos, donde t equivale a cada uno de los períodos a analizar y n es el total de períodos analizados. En particular, el MAPE puede usarse para evaluar la calidad de un método de pronóstico (Ghiani et al., 2004).

La Desviación Media Absoluta (MAD por sus siglas en inglés), y la Desviación Porcentual Absoluta Media (MAPD por sus siglas en inglés) o bien conocida como el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE por sus siglas en inglés), se pueden calcular por medio de las fórmulas (6) y (7).

Los pronósticos se pueden evaluar por medio de un cuadro donde se definen las categorías muy buena, buena, moderada y pobre (Ghiani et al., 2004). Este cuadro se puede ver en el Anexo 1. Evaluación de la exactitud del pronóstico a través del MAPD o MAPE.

Para estudiar más a fondo la variación de los pronósticos y poder determinar si el método de pronóstico constantemente se sobrestima o subestima la demanda, se utiliza la suma de los errores de pronóstico para evaluar la tendencia, a lo que se llama sesgo. Se dice que este sesgo fluctúa alrededor de cero si el error es en verdad aleatorio y no se sesga hacia un lado o el otro (Chopra & Meindl, 2008). Para saber qué tan aceptables son estos errores se utiliza el indicador llamado Señal de rastreo (TS por sus siglas en inglés), la cual está dada por la fórmula (12).

Si la TS en algún período está fuera del rango ± 6 significa que el pronóstico tiene sesgo, y se dice que está sub pronosticado si es menor a -6 o sobre pronosticado si es mayor a 6 . En este caso de ocurrir alguno de estos casos, o en el peor de los casos que ocurran ambos, se dice que la empresa debe elegir un nuevo método de pronóstico. En el caso donde la TS resulte muy negativa, es que la demanda tiene una tendencia de crecimiento y el encargado de los pronósticos está empleando un método de pronóstico como el promedio móvil. Debido a que la tendencia no está incluida en este método de pronóstico, el promedio histórico de la demanda es menor que la demanda futura, por lo tanto, en este caso la señal de rastreo negativa detecta que el método de pronóstico consistentemente subestima la demanda, es decir, se está en riesgo de generar faltantes (Chopra & Meindl, 2008).

Indicadores del proceso de planificación del abastecimiento

Índice de rotación: El índice de rotación de inventarios se define como la proporción de las ventas anuales al nivel promedio de inventario para el mismo periodo anual, por lo general en unidades monetarias (Ballou, 2004).

$$\text{índice de rotación} = \frac{\text{Ventas anuales}}{\text{Inventario promedio}} \quad (20)$$

El índice de rotación se puede obtener con datos históricos, y ser utilizado para calcular la inversión de inventario (valor del inventario promedio venidero) requerida para cierta proyección de ventas; al despejar la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$\text{Inversión de inventario promedio} = \frac{\text{Ventas anuales proyectadas}}{\text{índice de rotación histórico}} \quad (21)$$

Días inventario: Se refiere a la cantidad de días que tardaría en consumirse el inventario actual con el comportamiento de demanda esperado.

$$\text{Días de inventario} = \frac{\text{Inventario actual}}{\text{Consumo diario promedio}} \quad (22)$$

Este indicador es útil para contabilizar con cuantos días hay disponibles para reanudar la construcción de inventario (posterior a un paro no programado o incrementos en el consumo diario repentinos) y no afectar indicadores como *backorders*, servicio al cliente o ventas pérdidas por ejemplo. Además el indicador nos da una señal de cuales productos se encuentran con exceso.

Productos en riesgo de excedente de inventario: Se refiere a los SKUs que tengan una categoría baja en rotación (baja demanda) pero con alta categoría a nivel de inventario (alta cantidad de producto en inventario).

Productos en riesgo de faltante de inventario: Se refiere a los SKUs que tengan una categoría alta en rotación (alta demanda) pero con baja categoría a nivel de inventario (baja cantidad de producto en inventario).

3.4. Herramienta programada ACSI

Se propone una herramienta que facilite la implementación de los procedimientos propuestos en el apartado anterior. El nombre de esta herramienta es ACSI, el cual corresponde a las siglas del nombre del modelo conceptual del capítulo de Diseño (Figura 18. Modelo conceptual propuesto para ALRO). Esta herramienta debe estar conectada a la base de datos actual de ALRO, ya que se requiere de información que se registra en esta.

ACSI cuenta con cuatro módulos, uno para cada proceso abarcado en el modelo: Servicio al cliente, Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y, Control y Mejora. A continuación se describe lo que incluye cada uno de estos módulos:

- Módulo 1. Servicio al cliente: En este módulo se puede obtener el historial de utilidades de las ventas en un período determinado, calcular el perfil de pedido del cliente, y a partir de esto crear un reporte con las políticas de servicio a los clientes de ALRO. Además, permite el registro de los pedidos, la verificación de disponibilidad de inventario, y registro de las ventas respectivamente clasificadas por su tiempo de entrega. Con respecto al tema de las devoluciones que soliciten los clientes, la herramienta permite que estas se registren y posteriormente, en caso de que la devolución sea aprobada, obliga al encargado a procesar la reposición como un nuevo pedido, el cual debe procesarse basado en las políticas de servicio al cliente. Por último, en este módulo es posible calcular la demanda real, la cual va a utilizarse en el módulo 2.
- Módulo 2. Planificación de la demanda: Este módulo se encarga de hacer el análisis correspondiente para seleccionar el método de pronóstico a utilizar para cada SKU. Luego de esto, calcula el pronóstico y finalmente permite introducir un ajuste al pronóstico debido al plan de mercadeo por parte del departamento de Ventas.
- Módulo 3. Planificación del abastecimiento: Este módulo se encarga de hacer un análisis de costos previo a la decisión de compra de un SKU, y además calcula un inventario de seguridad y punto de reorden para cada SKU. Después de esto, se puede calcular la cantidad de pedido por SKU y cada cuánto pedirla.

- Módulo 4. Control y mejora: En este módulo es donde básicamente se lleva el control del macro proceso de Administración de la Cadena de Suministro Interna de ALRO. Este control basado en la mejora continua se hace por medio de indicadores para cada uno de los tres procesos estudiados, y funciona con señales de alerta en caso de que se esté por debajo de las metas establecidas para indicador.

Si bien es cierto esta herramienta puede mejorar de manera significativa el macro proceso de Administración de la Cadena de Suministro Interna en ALRO, existen algunas limitantes con respecto a softwares reconocidos en pronósticos para el sector industrial. En el siguiente apartado se señalan algunas de estas limitantes, que no por esto la herramienta deja de cumplir su función de mejorar los procesos actuales en ALRO.

3.4.1. Limitaciones de diseño de la herramienta programada

Para conocer más a fondo las limitaciones de esta propuesta con otros software para pronósticos como Forecast Pro, se le hace una entrevista al representante del mismo en Costa Rica (Jenkins, 2016), y al informático Denis Rodríguez (Rodríguez, 2016), quien ha hecho aplicaciones web para ALRO anteriormente y conoce cómo funcionan las bases de datos que tienen. A partir de esto se obtiene que la herramienta ACSI tiene las siguientes limitantes:

- Falta de reconocimiento de eventos: ACSI no puede identificar los eventos que ocurren en la demanda, y señalarlos como tales, lo cual podría afectar cálculos como el stock de seguridad y el pronóstico de la demanda, ya que la presencia de eventos se reflejaría en la variación de la demanda, alterando esta ya sea aumentándola o disminuyéndola.
- Tres modelos de pronósticos: ACSI solo puede calcular el pronóstico de la demanda de los SKU de ALRO por medio de tres modelos de pronóstico, sin embargo, estos tres son los más comunes y trabajan perfectamente para el caso de ALRO.
- Solo pronostica de abajo a arriba: ACSI no puede pronosticar por familias, ya que está diseñado para que el cálculo del pronóstico sea por SKU, es decir, de abajo a arriba.
- Valor manual para las constantes de suavización α , β y γ : en softwares como Forecast Pro existen algoritmos para calcular el valor ideal de las constantes α , β y γ , pero en el caso de ACSI se deben definir los valores para estas, ya que la herramienta no es capaz de hacer este cálculo. Para definir estos valores, si el usuario de la herramienta tiene el conocimiento suficiente para asignarlas lo puede hacer manualmente, sino se puede basar en el cuadro del Anexo 2. Constantes de suavización, la cual asigna un valor para las constantes según la importancia que se le desee dar al significado de esta, ya sea la de nivel, tendencia y/o estacionalidad.
- Análisis previo para seleccionar modelo de pronóstico: en ACSI se debe hacer primero un análisis de la demanda (regularidad, nivel, tendencia y estacionalidad) para poder seleccionar el modelo de pronóstico a utilizar, ya que el sistema no puede determinarlo, como sí lo hace Forecast Pro por ejemplo con solo ingresar la demanda de un período determinado.

3.4.2. Diseño de herramienta programada ACSI

Para el diseño de la herramienta programada ACSI, es necesario analizar ciertos elementos como las partes interesadas y usuarios, la especificación de requerimientos de la herramienta,

los casos de uso respectivos, y las fórmulas requeridas para poder ejecutar los requerimientos. Para esto se utiliza en parte el formato de especificación según el estándar de IEEE 830 (IEE, 2008) y la metodología DoRCU para la ingeniería de requerimientos (Báez & Barba). A continuación se detalla lo que se propone para cada uno de estos puntos.

Partes interesadas y usuarios

Como partes interesadas en el uso de la herramienta programada ACSI en ALRO se tiene al administrador de la herramienta, la gerencia, el encargado de ventas, las encargadas de servicio al cliente y el encargado de compras. En el Cuadro 16 se describe el papel que juega cada uno de ellos en el uso de la misma.

Cuadro 16. Partes interesadas y usuarios de la herramienta ACSI

Usuario	Descripción
Administrador de la herramienta	Es el encargado de dar mantenimiento a la aplicación para que la misma funcione de manera adecuada todo el tiempo. Este usuario tiene acceso a todos los módulos de la herramienta.
Gerencia	Este actor tiene acceso a todas las aplicaciones y módulos de la herramienta.
Encargado de ventas	Es el encargado de planificar la demanda de la distribuidora ALRO. Este actor se encarga de determinar las políticas de servicio al cliente, realizar los pronósticos, además de controlar los resultados correspondientes a ellos. Este actor tiene acceso al módulo de Servicio al cliente, Planificación de la demanda, y Control y mejora.
Encargada de servicio al cliente	Es la encargada de procesar los pedidos y las devoluciones solicitadas por los clientes de ALRO.
Encargado de compras	Es el encargado de controlar todas las funciones del módulo de Planificación del abastecimiento, tales como el análisis de costos, cálculo del stock de seguridad y punto de reorden, cálculo de la cantidad de pedido y del tiempo de reaprovisionamiento.

Especificación de requerimientos de la herramienta

Para el desarrollo de la herramienta se deben definir los requerimientos funcionales, encargados de dar solución a la problemática planteada, y los requerimientos no funcionales, los cuales se refieren a la interfaz, la seguridad, la calidad del software orientado al usuario y al desarrollador, y operación del sistema.

El objetivo de estos parámetros es satisfacer las necesidades de ALRO de manera robusta, permitiendo así un mejor aprovechamiento de los recursos en la administración de la cadena de suministro interna.

Esta herramienta abarca las áreas de servicio al cliente, planificación de la demanda, planificación del abastecimiento y, control y mejora, para que las decisiones en estas áreas estén basadas en el análisis de resultados robustos.

Ingeniería de requerimientos

Para la ingeniería de requerimientos se siguen las etapas determinadas en la metodología DoRCU (Báez & Barba), las cuales se describen a continuación:

- Elicitación de requerimientos: se adquiere el conocimiento del trabajo del cliente/usuario, se busca comprender sus necesidades y se detallan las restricciones. Como resultado de esta etapa se tiene el conjunto de requerimientos de todas las partes involucradas.
- Análisis de requerimientos: se estudian los requerimientos de la etapa anterior a los efectos de poder detectar, entre otros, la presencia de áreas no especificadas, requisitos contradictorios y peticiones que aparecen como vagas e irrelevantes.
- Especificación de requerimientos: se describe el requerimiento.
- Validación de los requerimientos: se realiza la integración y validación final de lo obtenido en las etapas anteriores.

Como resultado final de estas etapas se obtienen los requerimientos correspondientes a cada uno de los módulos de la herramienta ACSI. Estos se pueden observar en el Apéndice 9. Ingeniería de requerimientos.

Casos de uso

Los casos de uso definen la relación de los usuarios de la herramienta ACSI con los diferentes requerimientos para cada módulo (IEE, 2008). Esto se puede ver en el Apéndice 10. Casos de uso.

Fórmulas

Este apartado de fórmulas se utiliza para aquellos requerimientos que implican un cálculo, y por ende necesitan aplicar una o varias fórmulas. El detalle de las fórmulas requeridas para la herramienta ACSI se encuentra en el Apéndice 11. Fórmulas.

3.5. Conclusiones

- Los 8 procesos que se trabajan actualmente en ALRO para administrar la cadena de suministro interna fueron rediseñados, y además se crean 8 procesos más para conformar el modelo conceptual de ALRO propuesto.
- El diseño de la herramienta programada ACSI permite mejorar de manera significativa el proceso de planificación de la demanda, ya que además de utilizarse la demanda real para calcular los pronósticos, permite utilizar un modelo de pronóstico adaptado al comportamiento de esta para cada SKU.
- El análisis de costos y, el cálculo de la cantidad de pedido y el tiempo de reaprovisionamiento son innovaciones en el proceso de planificación del abastecimiento que deben reflejar un impacto positivo en la disminución de excedentes y faltantes.
- La creación del proceso de control y mejora le permite a la Distribuidora ALRO medir su desempeño y tomar decisiones a tiempo sobre el aprovechamiento de los recursos, de manera que la liquidez se vea perjudicada al mínimo.

Capítulo 4. Validación

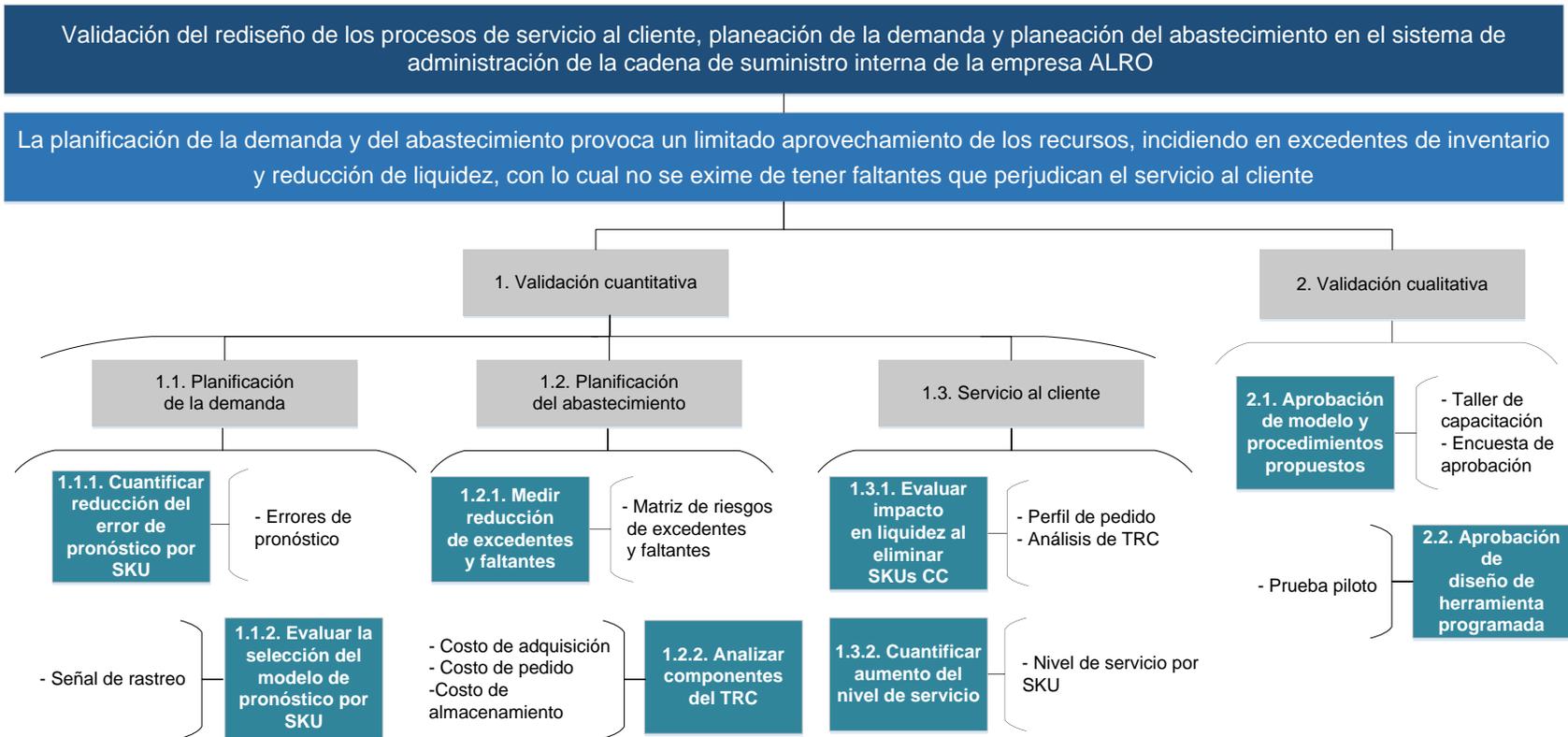
4. Validación

4.1. Introducción

El alcance del rediseño del sistema de administración de la cadena de suministro interna de ALRO propuesto en el capítulo anterior, se propone mejorar el problema del mal aprovechamiento de los recursos previamente diagnosticado. A este punto sólo se puede decir que el diseño abarcó las oportunidades de mejora más importantes, el cual afecta directamente la liquidez de ALRO. Sin embargo, es necesario validarlo con el fin de demostrar el impacto que este cambio realmente implicaría en la liquidez de la distribuidora.

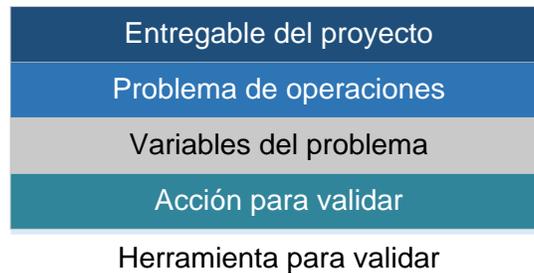
Para llevar a cabo esta validación, se plantea un mapa mental para esquematizar el abordaje de este. Este mapa está compuesto por dos etapas: la validación cuantitativa del modelo conceptual y los procedimientos propuestos, y la validación cualitativa tanto del modelo conceptual y los procedimientos, como del diseño de la herramienta programada. A continuación, se puede observar el mapa mental de validación:

Figura 47. Mapa mental de la etapa de Validación



El significado de los colores utilizados en el mapa se explica a continuación para su mejor comprensión (Figura 48):

Figura 48. Simbología de mapa mental de validación



El objetivo general de este capítulo consiste en validar el rediseño de los procesos de servicio al cliente, planificación de la demanda y planificación del abastecimiento en el sistema de administración de la cadena de suministro interna de la empresa ALRO, con el fin de determinar su impacto en la liquidez de la empresa. Con base en este se define un objetivo específico para cada una de las variables del mapa mental. Los mismos se presentan a continuación:

- Cuantificar el impacto en el aprovechamiento de los recursos de la cadena de suministro interna de ALRO, con el fin de evaluar cuantitativamente el modelo conceptual y los procedimientos rediseñados.
- Evaluar cualitativamente el modelo conceptual, los procedimientos y el diseño de la herramienta programada, con el fin de determinar la aprobación dentro de la empresa.

4.2. Validación cuantitativa

En el primer capítulo llamado Propuesta de proyecto, se definieron cuatro indicadores de éxito basados en el problema identificado en ALRO, el cual describe el mal aprovechamiento de los recursos de la cadena de suministro interna. Estos indicadores son los siguientes:

- Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de excedentes
- Proporción de inventario en riesgo intermedio y elevado de faltantes
- Exactitud del plan de demanda
- Nivel de servicio

Es a partir de estos que se decide abarcar en este apartado de validación cuantitativa la medición de las variables involucradas en los mismos, y además se considera importante medir indicadores adicionales para validar aspectos como la selección del modelo de pronóstico, el costo total relevante y la liquidez representada por la eliminación de los SKUs CC del rediseño propuesto para la cadena de suministro interna de ALRO:

- Señal de rastreo
- Costo de adquisición
- Costo de pedido
- Costo de almacenamiento de inventario
- Liquidez representada por SKUs CC

Debido a que se cuenta con una base de datos de cuatro años de demanda real o serie de tiempo (Julio 2012 a Junio 2016), se divide la misma en dos secciones (Ver

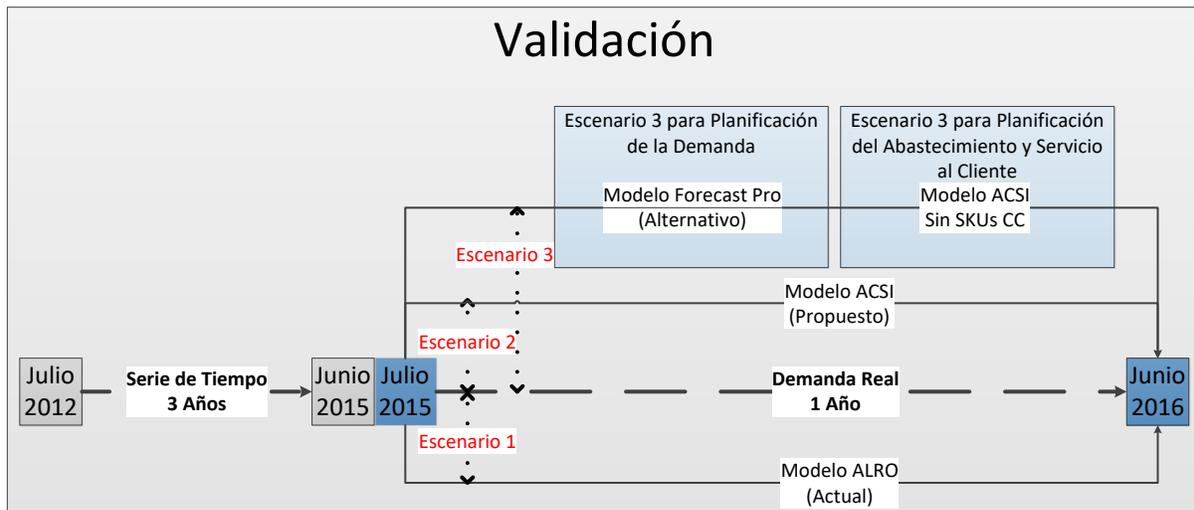
). La primera sección corresponde a los tres años más antiguos (Julio 2012 a Junio 2014) y será la serie de tiempo o insumo utilizado para la alimentación de tres escenarios, y la segunda abarca el tiempo de en el que se va a validar el modelo propuesto. Los tres escenarios mencionados son los siguientes:

- Escenario 1. Modelo actual ALRO: se debe analizar este escenario porque va a ser el punto de comparación con la mejora del rediseño propuesto. Este muestra los resultados obtenidos al aplicar el modelo actual de ALRO durante el lapso de tiempo de validación.
- Escenario 2. Modelo ACSI con SKUs CC: este escenario refleja la aplicación del modelo propuesto, excepto la eliminación de los SKUs CC, esto debido a que la decisión de eliminar productos del catálogo es una decisión que amerita una evaluación interna previa en ALRO. El modelo propuesto no abarca los SKUs con demanda irregular para el proceso de Planificación de la demanda, es decir, solo se pronostican los SKUs con demanda regular. Sin embargo, para el proceso de Planificación del abastecimiento, sí se aplica el modelo para todos los SKUs, ya que el plan de demanda de los productos con demanda irregular que se utiliza es el que se calculó en el modelo actual de ALRO. Para el proceso de planificación de la demanda se aplica un modelo alternativo para la selección del método de pronóstico, en este caso el modelo de Forecast Pro que corresponde a un software comercial muy utilizado en la industria.
- Escenario 3. Modelo ACSI sin SKUs CC: este escenario refleja la aplicación del modelo propuesto al 100%, es decir, sí se aplica la eliminación de los SKUs CC. El modelo

propuesto no abarca los SKUs con demanda irregular para el proceso de Planificación de la demanda, es decir, solo se pronostican los SKUs con demanda regular. Sin embargo, para el proceso de Planificación del abastecimiento, sí se aplica el modelo para todos los SKUs, ya que el plan de demanda de los productos con demanda irregular que se utiliza es el que se calculó en el modelo actual de ALRO. Para el proceso de planificación de la demanda se aplica un modelo alternativo para la selección del método de pronóstico, en este caso el modelo de Forecast Pro que corresponde a un software comercial muy utilizado en la industria.

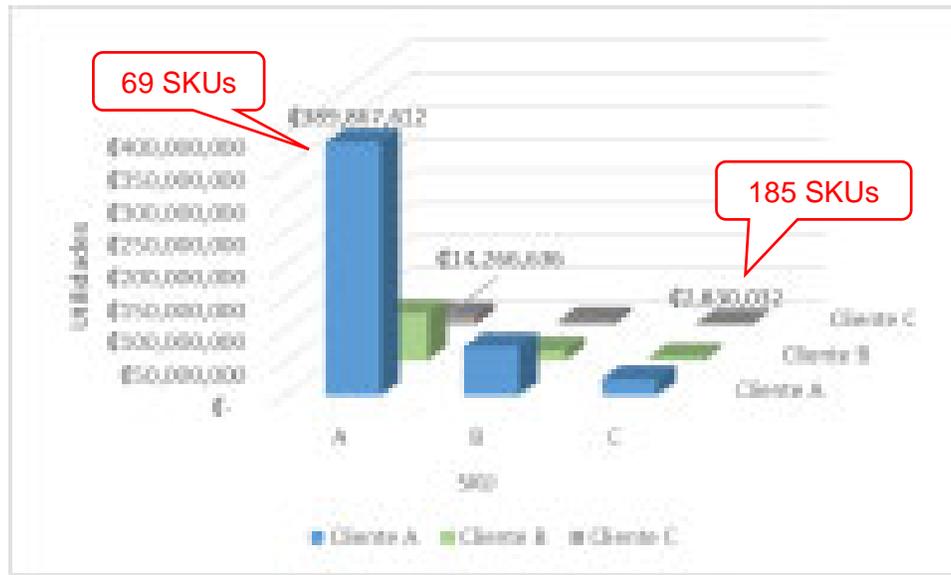
Se procede a realizar los cálculos de los modelos de los escenarios 2 y 3 para el período de validación que va de Julio 2015 a Junio 2016. Este año se compara contra la demanda real del mismo período (Julio 2015 a Junio 2016), permitiendo ver las diferencias entre los tres modelos contra la demanda real, buscando encontrar la mejora anual que se hubiera obtenido al aplicar el modelo propuesto durante el período de Julio 2015 a Junio 2016.

Figura 49: Escenarios de validación.



Según la evaluación de las utilidades de Julio 2014 a Junio 2015, se obtiene el siguiente perfil de pedido:

Gráfico 22. Perfil de pedido Cliente-SKU (Julio 2015-Junio 2016)



Se tiene que el 64% de las utilidades en el período estudiado son generadas por 69 SKUs (Clasificación AA), y en cambio, el 0,5% de las utilidades son generadas por 185 SKUs (Clasificación CC).

A continuación se abordan los indicadores mencionados de acuerdo a los procesos que se han venido trabajando: Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente.

4.2.1. Planificación de la demanda

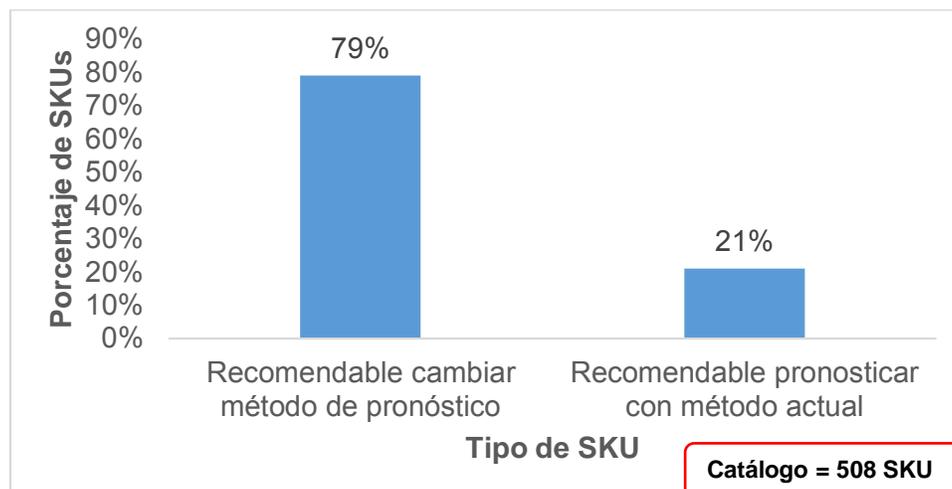
Con respecto a la planificación de la demanda, se debe medir y controlar la correcta selección del modelo de pronóstico y la exactitud del mismo, ya que de esto depende qué tan acertado resulta el plan de demanda.

4.2.1.1. Evaluación de la selección del modelo de pronóstico

Como ya se ha dicho anteriormente, en ALRO se utiliza solamente un método de pronóstico (modelo ALRO), mientras que el rediseño propuesto (modelo ACSI) permite seleccionar un método de pronóstico de una lista de tres, según el tipo de demanda y patrones que presente cada SKU. Para evaluar si el modelo de pronóstico seleccionado es adecuado, se debe calcular la señal de rastreo, la cual debe dar como resultado un valor entre -6 y 6 MAD para indicar que el modelo de pronóstico utilizado sí es adecuado.

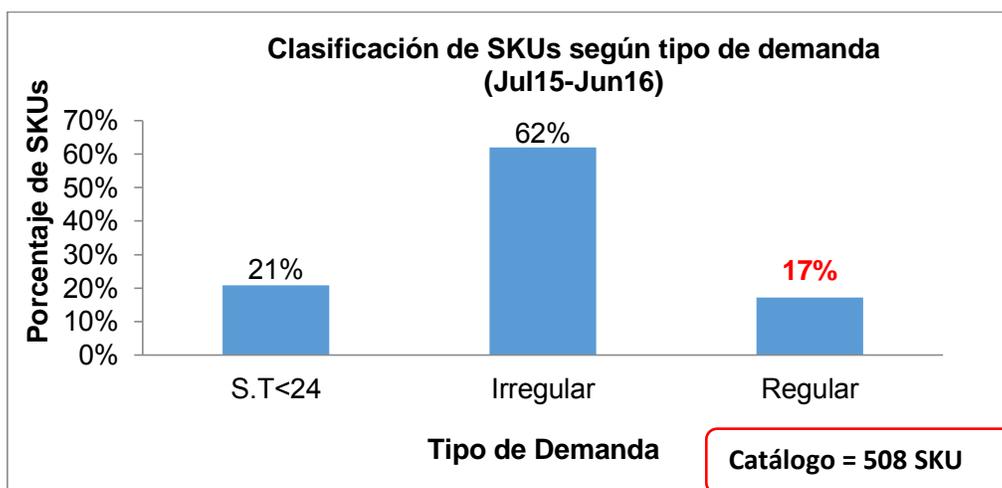
Debido a esto se procede a determinar los SKUs que se recomiendan pronosticar con alguno de estos tres métodos, a través del modelo ACSI y según el tipo de demanda. Se utiliza el catálogo de productos activos a Junio 2014 en donde se identifican 508 SKUs activos (Gráfico 27).

Gráfico 27. Clasificación del catálogo de SKUs según condiciones para pronosticarse (Julio 2015 – Junio 2016)



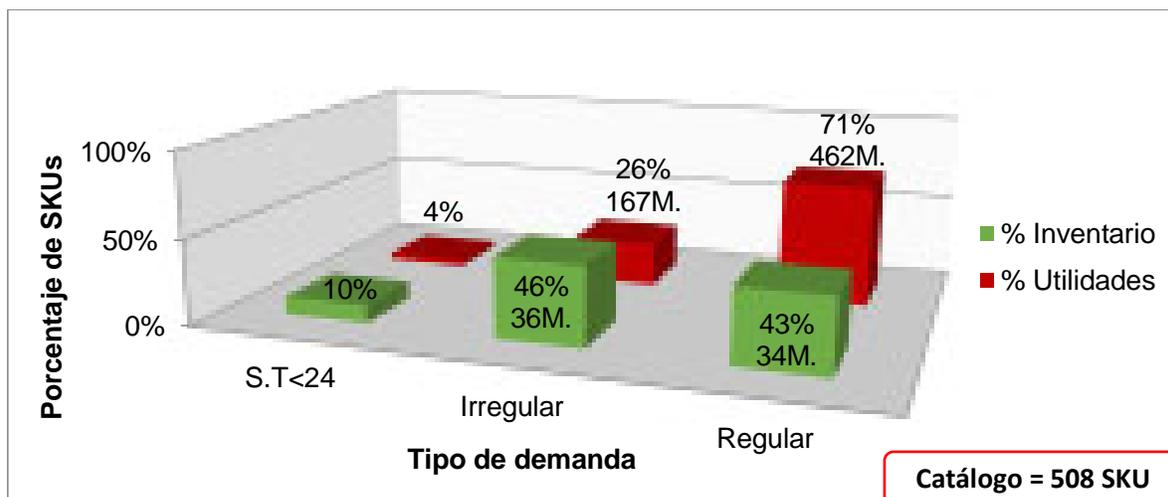
Se identifica que para el 21% de los SKUs activos (107 productos) se recomienda utilizar el método de pronóstico actual, es decir, Promedio Móvil, debido a que los mismos no poseen el tamaño mínimo recomendado de serie de tiempo (24 meses) (Peterson et al., 1979), y por esto se dificulta la identificación de patrones que faciliten la determinación de la demanda futura. Por otra parte, al 79% de SKUs restantes (401 productos), se les determina el tipo de demanda, para clasificarlos como regulares (determinísticos) o irregulares (probabilísticos), lo cual se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 28. Clasificación de SKUs pronosticables según tipo de demanda



Se obtiene que solo al 17% de los SKUs activos (81 productos) se le puede aplicar el modelo ACSI para el caso de la selección del método de pronóstico, ya que dicho modelo solo considera dentro del proceso de planificación de la demanda los SKUs con demanda regular. Esta decisión se justifica al determinar el porcentaje de contribución monetaria tanto en utilidades como en inventarios de estos productos (Gráfico 29).

Gráfico 29. Clasificación del SKUs según tipo de demanda, utilidades e inventario promedio (Julio 2015 – Junio 2016)

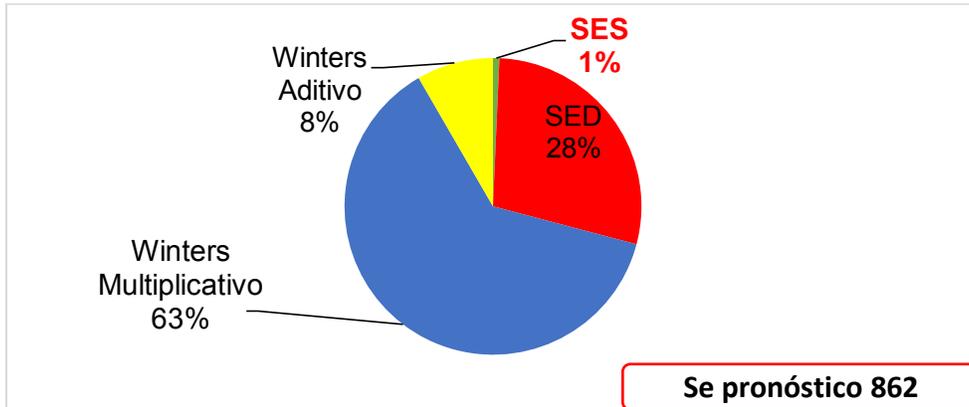


Por lo tanto, aunque solo al 17% de los SKUs se le asigna un método de pronóstico distinto al utilizado actualmente, estos representan el 71% de las utilidades por ventas anuales y el 43% del inventario promedio, lo cual demuestra que el modelo ACSI está enfocado en mejorar los pronósticos de los SKUs que más aportan a la empresa en utilidades y generan gastos de inventario. Al restante 83% se le sigue aplicando el modelo actual de la empresa.

El análisis de la demanda para seleccionar el modelo de pronóstico para cada SKU en este apartado se hizo con los datos de Julio del 2012 a Junio del 2015, es decir, tres años. A pesar de que se dice que con dos años es suficiente identificar tendencia y estacionalidad (Peterson et al., 1979), se considera más conveniente analizar tres, ya que se logra identificar la estacionalidad de manera más robusta, pues en caso de que en un año exista estacionalidad y en el otro no, se pueda a través del análisis del tercer año desempatar y determinar si realmente existía estacionalidad, sin caer en aprobar que existe estacionalidad en cierto período cuando ha sido un evento realmente (Jenkins, 2016).

En el Gráfico 30 se puede ver la clasificación de la selección de los métodos de pronóstico para el 17% de SKUs regulares según el modelo ACSI, el cual asignó un método de pronóstico alrededor de 862 veces que se distribuyen en los 81 SKUs regulares, a lo largo de los doce meses de validación y en donde se obtiene que el método más utilizado es el de Winters multiplicativo, ya que el mismo fue asignado alrededor del 63% de la veces, mientras que el menos utilizado corresponde al método de Suavización Exponencial Simple (SES), el cual se asignó tan solo el 1% de las veces, lo cual contradice al modelo ALRO establecido por la empresa en donde el 100% de las veces que se utilizó un método de pronóstico el mismo correspondía al método de Promedio Móvil Simple, que es muy similar al SES.

Gráfico 30. Clasificación de la selección de los métodos de pronósticos para el 17% de SKUs regulares según el modelo ACSI (Julio 2015 – Junio 2016)



Para analizar si la selección del modelo de pronóstico es correcta, se debe cuantificar la cantidad de meses entre Julio 2015 y Junio 2016 en que la señal de rastreo se encuentra fuera del rango de -6 y 6. Esto se debe hacer tanto para los pronósticos realizados con el modelo actual de ALRO como para los realizados con el modelo propuesto, para finalmente compararlos. Para esto se analizaron los pronósticos del 17% de los SKUs mencionado anteriormente. En los siguientes Gráficos 31 y 32 se pueden observar los resultados:

Gráfico 31. Señal de rastreo para el modelo ALRO (actual) (Julio 2015 – Junio 2016)

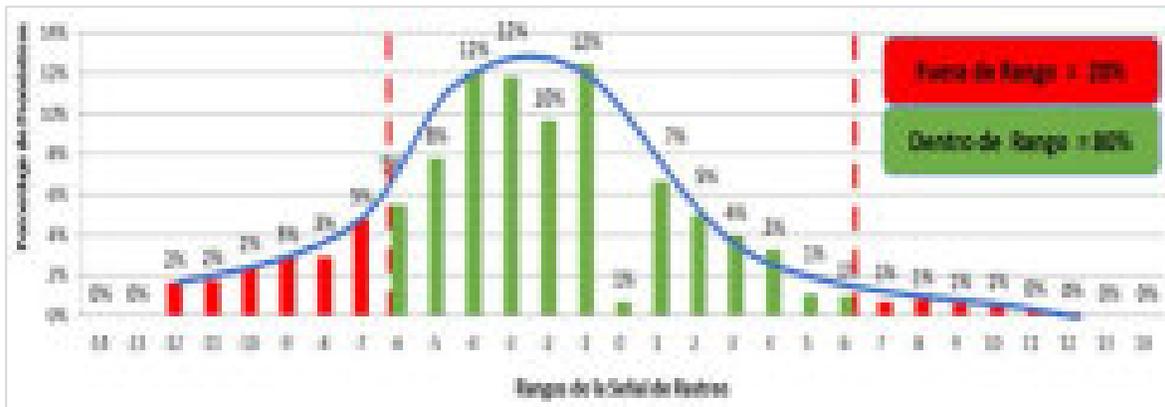
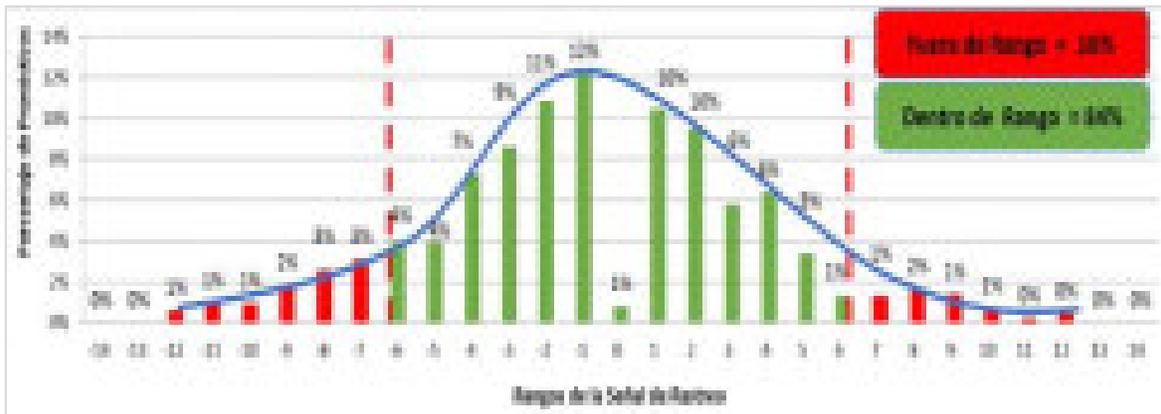


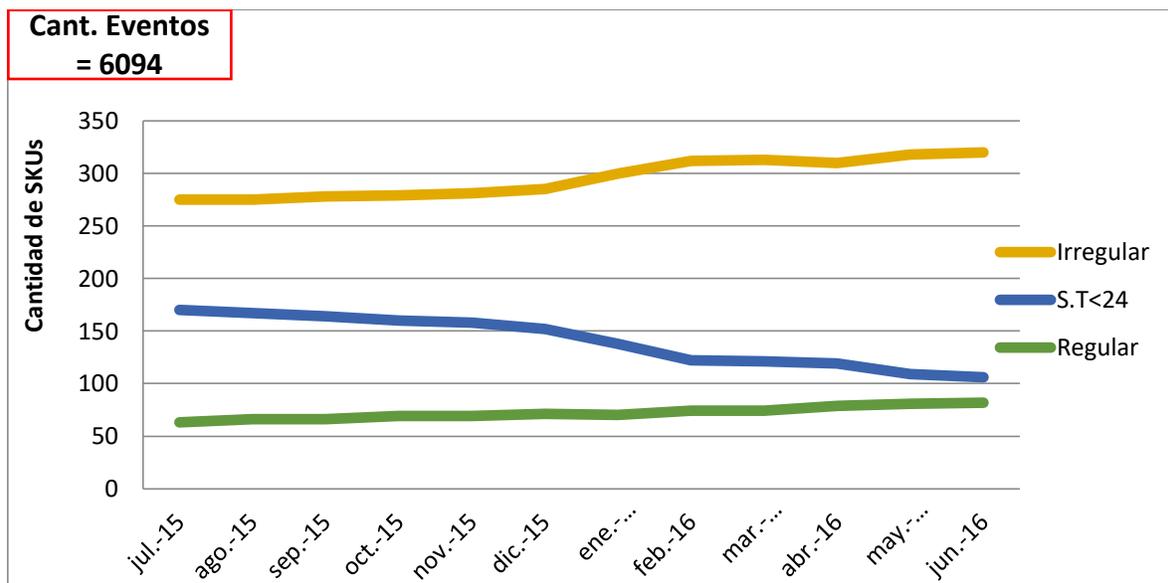
Gráfico 32. Señal de rastreo para el modelo ACSI (propuesto) (Julio 2015 – Junio 2016)



Cabe destacar que la señal de rastreo determina la desviación del pronóstico con respecto a la variación de la demanda, por lo que al observar la señal de rastreo del modelo ALRO, se determina la existencia de un sesgo hacia la izquierda en la curva normal, en otras palabras los pronósticos realizados subestiman la demanda, mientras que en el caso del modelo ACSI este problema se corrigió y se centró dicha curva normal, mejorando así la subestimación de la demanda.

Por otra parte en el caso de ALRO un 20% de los pronósticos presentan una señal de rastreo fuera de rango situación que se agrava y afecta la incertidumbre de los pronósticos, ya que dicho modelo al tener un solo método de pronóstico, no puede recomendar la asignación de otro método cuando sea necesario debido a la variación en los patrones de demanda, mientras que para ACSI el área fuera de rango fue del 16%, lo cual indica una mejora del 4% en la selección adecuada del método de pronóstico, esto se debe en gran medida a que el modelo propuesto evalúa constantemente el método de pronóstico y en caso de que el mismo no sea el adecuado se reevalúan de nuevo los patrones en la demanda, de manera que se reasigna con criterio de causa alguno de los métodos restantes, dicha reevaluación y reasignación de los métodos de pronósticos se puede observar en el Gráfico 33 a través de la reevaluación del tipo de demanda de los SKUs:

Gráfico 33. Comportamiento de la clasificación de la demanda para el periodo de validación (Julio 2015 – Junio 2016)



Donde se detalla el decrecimiento de los SKUs no aptos para pronosticarse (S.T<24), mientras se reevalúa el tipo de demanda de los mismos y se reasignan entre los de demanda regular y demanda irregular, razón por la cual cuando se comienza la validación en julio del 2015 con 63 SKUs con demanda regular pero se finaliza en junio del 2016 con 81 SKUs, lo que demuestra el dinamismo del modelo propuesto.

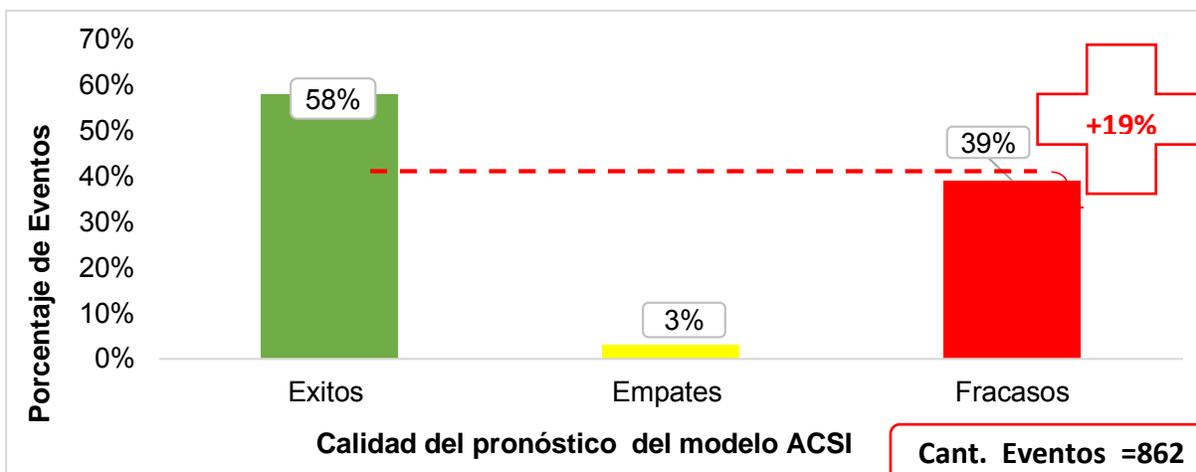
4.2.1.2. Reducción del error de pronóstico

Para validar el modelo y los procedimientos propuestos para el proceso de Planificación de la demanda, se analizan dos escenarios:

- Escenario 1: Error de pronóstico calculado por el modelo de ALRO (actual) para cada mes del año julio 2015 a junio 2016.
- Escenario 2: Error de pronóstico calculado por el modelo ACSI (propuesto) para cada mes del año julio 2015 junio 2016.

En el siguiente gráfico se compara el modelo ACSI versus el modelo ALRO, con el objetivo de determinar la cantidad de veces en que el pronóstico del modelo ACSI fue mejor que el del modelo ALRO, en relación con la demanda real:

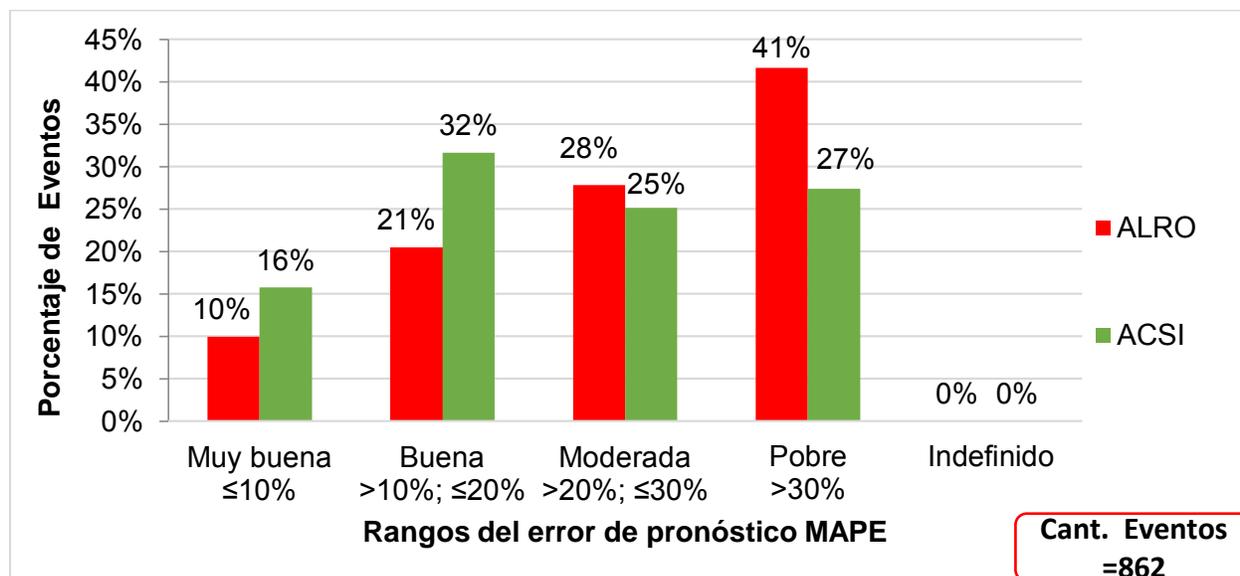
Gráfico 34. Comparación del modelo ACSI vs modelo ALRO (Julio 2015 – Junio 2016)



En donde se obtiene que el modelo ACSI es un 19% mejor que el modelo ALRO, ya que un 58% de las veces que se pronosticó, se obtuvo éxito o un pronóstico más cercano a la demanda real que el pronóstico de ALRO versus un 39% de fracasos.

Para evaluar la exactitud del plan de demanda de ambos escenarios se presenta el siguiente gráfico donde se clasifica el error MAPE para los escenarios en cuatro categorías, siendo Pobre la peor y Muy buena la mejor (Anexo 1. Evaluación de la exactitud del pronóstico a través del MAPD o MAPE). En el Gráfico 23 se puede observar estos resultados:

Gráfico 23. Porcentaje de pronósticos según el rango del MAPE (Julio 2015 – Junio 2016)



Al aplicar el modelo ALRO se determina que el 41% de los pronósticos poseen un error MAPE pobre o mayor al 30% de error y al compararlo contra el error del modelo ACSI se identifica una reducción en la calidad de pronóstico denominada pobre de un 14% y en la moderada de un 3%, por ende se aumenta la calidad del pronóstico en las categorías buena en un 11% y en la muy

buena en un 6%, lo que evidencia que el modelo propuesto es superior en cuanto a la determinación de la demanda futura.

4.2.2. Planificación del abastecimiento

La planificación del abastecimiento se ve directamente afectada por la planificación de la demanda, por lo tanto, al utilizar el plan de demanda del modelo propuesto se obtiene un cambio en la cantidad y frecuencia de pedido, ya que además de variar el plan de demanda, en el nuevo modelo se consideran parámetros como el costo total relevante, el inventario de seguridad para cada SKU y el punto de reorden.

Este cambio debe reflejarse en la reducción de excedentes y faltantes, lo cual se analiza en los siguientes dos apartados.

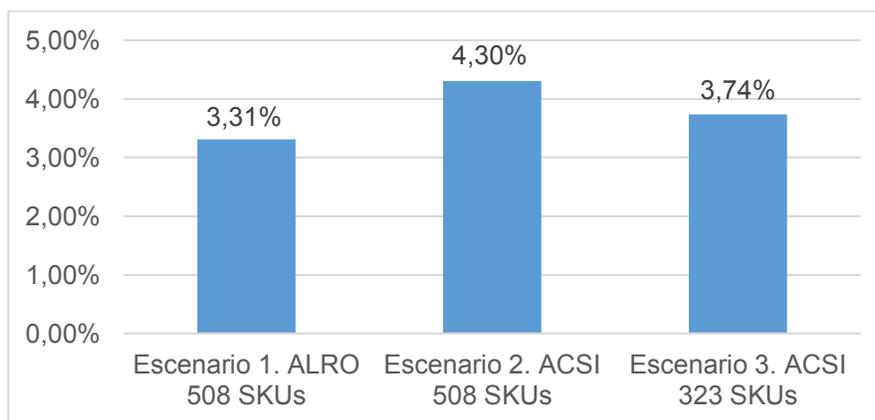
4.2.2.1. Reducción de excedentes y faltantes

Por medio de la matriz de riesgos de excedentes y faltantes se puede comparar el impacto del modelo propuesto sobre el escenario real de ALRO durante el año Julio 2015 – Junio 2016. Se analizaron los siguientes escenarios:

- Escenario 1: Inventario con riesgo de excedentes y faltantes utilizando el plan de demanda y el plan de abastecimiento de ALRO.
- Escenario 2: Inventario de SKUs (incluyendo los CC) con riesgo de excedentes y faltantes utilizando el plan de demanda y el plan de abastecimiento del modelo propuesto.
- Escenario 3: Inventario de SKUs (eliminando los CC) con riesgo de excedentes y faltantes utilizando el plan de demanda y el plan de abastecimiento del modelo propuesto.

En el Apéndice 12. Costo de inventario con riesgo de faltantes y excedentes se puede observar el comportamiento que tuvo el inventario en riesgo elevado e intermedio de faltantes para los tres escenarios, y en el Gráfico 24 se observa los resultados de esta comparación:

Gráfico 24. Porcentaje de costo de inventario con riesgo elevado o intermedio de faltantes (Julio 2015 – Junio 2016)

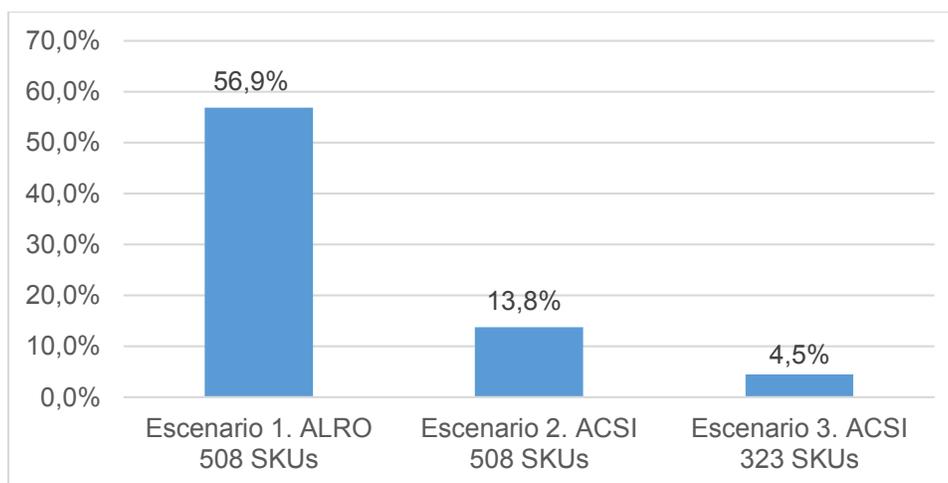


En el Gráfico 24 se puede observar que el porcentaje de costo de inventario con riesgo de faltantes aumenta al aplicar el modelo propuesto, alcanzando un aumento de 0,99% (C\$1.5 millones) si no se eliminan los SKUs CC según la evaluación de las utilidades del período Julio 2014 – Junio 2015, y un aumento de 0,43% (C\$2.1 millones) si se eliminan. Esto de acuerdo a la

ponderación realizada debido a la disminución de SKUs evaluados en el tercer escenario. Para ver el impacto de este aumento en el nivel de servicio al cliente, se va a analizar este más adelante en el apartado 4.2.3.2. Cuantificación de nivel de servicio.

Para el caso del costo de inventario con riesgo de excedentes, se tiene el Gráfico 25:

Gráfico 25. Porcentaje de costo de inventario con riesgo elevado o intermedio de excedentes



Se aprecia una disminución bastante significativa en el porcentaje del costo de inventario con riesgo elevado o intermedio de excedentes, el cual representa el principal problema encontrado en el diagnóstico. Se logra disminuir un 43,1% (€31,7 millones) el costo del inventario que presenta riesgo de excedentes al comparar el escenario del modelo actual de ALRO y el escenario del modelo ACSI sin haber eliminado los SKUs CC. Al eliminar estos SKUs se logra disminuir hasta un 52,4% (€39,1 millones) este costo de inventario.

En resumen, aplicando al 100% el modelo ACSI, es decir, inclusive eliminando los SKUs CC, se logra alcanzar un 52,4% (€39,1 millones) de reducción en el costo de inventario con riesgo de excedentes, mientras que para el costo de inventario con riesgo de faltantes aumenta un 0,43% (€2.1 millones). Esto permite obtener una mejora anual de €37 millones menos de inventario con riesgo de excedentes y faltantes.

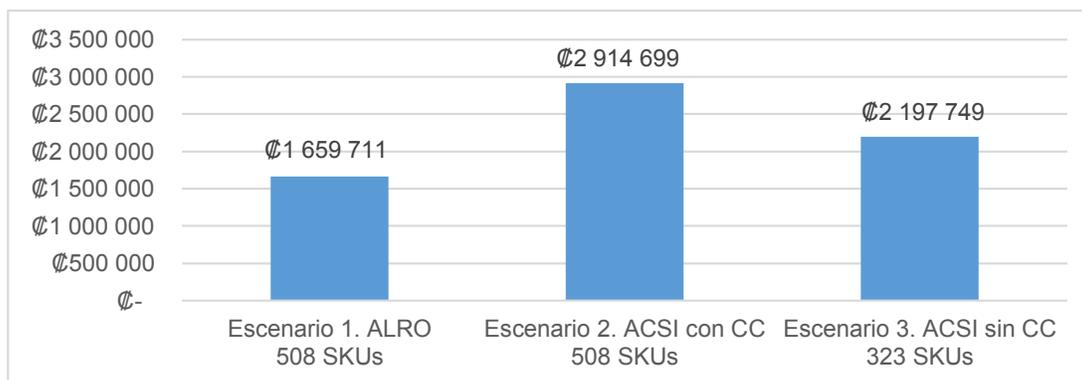
Si no se eliminaran los SKUs CC se obtendría un 43,1% (€31,7 millones) de reducción en el costo de inventario con riesgo de excedentes y se aumentaría un 0,99% (€1.5 millones) el costo de inventario con riesgo de faltantes, obteniendo finalmente una mejora anual de €30,2 millones menos de inventario con riesgo de excedentes y faltantes.

En el siguiente apartado se analiza el comportamiento de los componentes del Costo Total Relevante (TRC) para estos tres escenarios.

4.2.2.2. Análisis de Costo Total Relevante

El Costo Total Relevante consta de tres costos: costo de pedido, costo de adquisición y costo de almacenamiento. A continuación, se analiza el costo de pedido para los tres escenarios mencionados anteriormente (Gráfico 26):

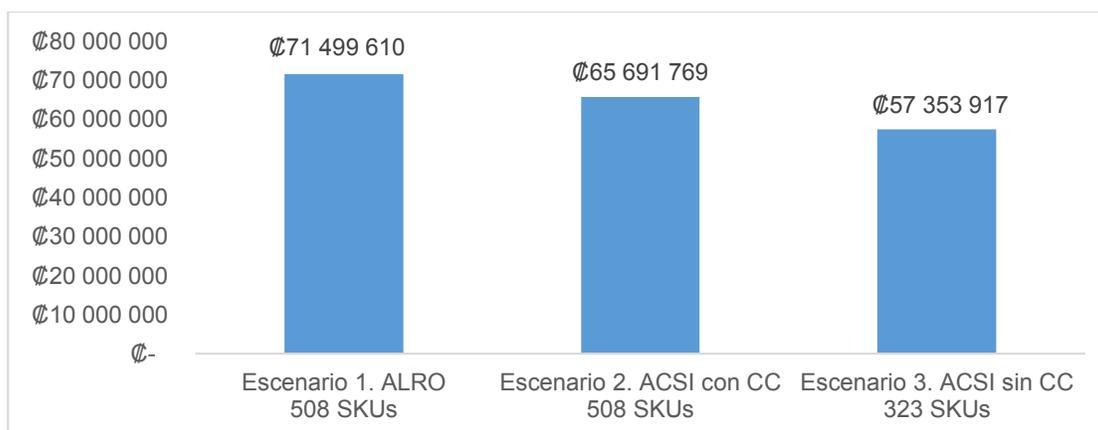
Gráfico 26. Costo total de pedidos (Julio 2015 – Junio 2016)



En el Gráfico 26 se observa que para los escenarios 2 y 3, el costo de pedido aumenta con respecto al escenario 1, es decir, que se incurre en más cantidad de pedidos en estos escenarios que en el escenario 1. Sin embargo, las diferencias son de ₱1.3 millones y ₱538 mil respectivamente durante todo el año analizado.

Con respecto al costo de tenencia de inventario, el comportamiento para los escenarios analizados se presenta en el Gráfico 27:

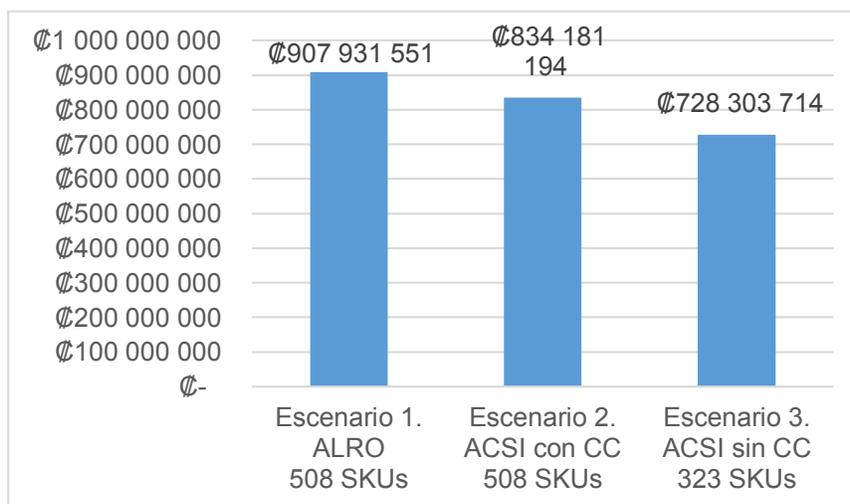
Gráfico 27. Costo total de almacenamiento (Julio 2015 – Junio 2016)



Se nota una disminución en los escenarios 2 y 3 con respecto al 1. Si se aplica el modelo ACSI incluyendo los SKUs CC en el catálogo analizado, se logra obtener un ahorro de ₱5,8 millones durante el año Julio 2015-Junio 2016. Y si se eliminaran los SKUs CC, el ahorro sería de ₱14,1 millones. Con este resultado se puede decir que resulta mejor pedir más frecuentemente que almacenar inventario.

Por último, se encuentra el costo de adquisición del inventario comprado durante el año. Para conocer el detalle de este se puede observar el Gráfico 28:

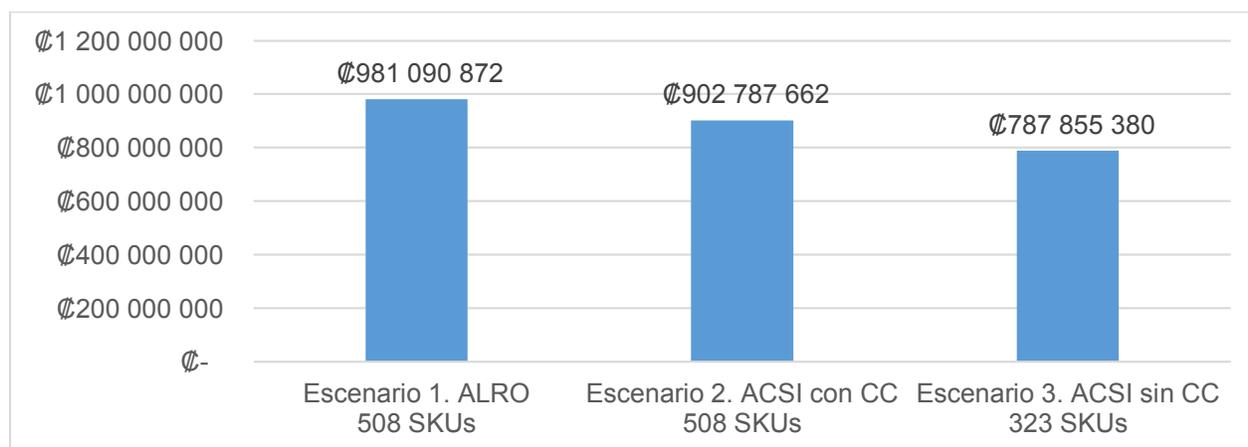
Gráfico 28. Costo total de adquisición (Julio 2015 – Junio 2016)



En el Gráfico 28 se observa un costo de oportunidad en los escenarios 2 y 3, es decir, que al haber una disminución en el costo de adquisición del inventario comprado en comparación con el escenario 1, se tiene un monto de $\text{C}\$73,8$ millones y $\text{C}\$179,6$ millones para los escenarios 2 y 3 respectivamente que hubiera sido posible invertir en otro negocio, pero en el caso de ALRO se invirtió en inventario que finalmente no se requería según la demanda ocurrida.

Finalmente se analiza el Costo Total Relevante de manera global, es decir, ya no fragmentado en sus componentes. El resultado de esto se puede observar en el Gráfico 29:

Gráfico 29. Costo Total Relevante (Julio 2015 – Junio 2016)



En el Gráfico 29 se observa que si no se eliminan los SKUs CC el ahorro global hubiera sido de $\text{C}\$78,3$ millones, y con su eliminación hubiera sido de $\text{C}\$193,2$ millones.

La implementación de la herramienta programada ACSI implica un costo de desarrollo de aproximadamente $\text{C}\$20.500$, según una cotización solicitada a la empresa Imagine (2016). Esto equivale a $\text{C}\$11,6$ millones aproximadamente. Este costo se desglosa en el cuadro 17:

Cuadro 17. Costo de implementación de herramienta programada ACSI

Actividad	Horas requeridas	Costo/hora	Costo total
Levantamiento de requerimientos	400	20	\$ 8.000,00
Base de datos	200	20	\$ 4.000,00
Unidad de procesamiento software de cálculo	250	20	\$ 5.000,00
Interfaz	100	20	\$ 2.000,00
Capacitación	50	30	\$ 1.500,00
TOTAL	1.000		\$ 20.500,00

La actividad correspondiente al levantamiento de requerimientos de la herramienta es la que más tiempo y dinero requieren, implicando un costo de \$8.000. Sin embargo, en este proyecto se desarrollaron tanto los requerimientos, como los casos de uso y fórmulas para llevar a cabo los cálculos necesarios para aplicar el modelo ACSI. Por lo tanto, el dinero que habría que invertir en el desarrollo de esta herramienta sería de \$12.500, lo que equivale a ₡7,1 millones. A partir de esto, se determina que resulta viable la implementación de esta herramienta en ALRO, ya que los ahorros y liquidez que genera la propuesta justifican totalmente una inversión de ₡7,1 millones.

Seguidamente se analiza la variable de Servicio al cliente a partir del impacto que tuvo la variable de Planificación de la demanda y la de Planificación del abastecimiento sobre el inventario de los SKUs analizados.

4.2.3. Servicio al cliente

En los siguientes apartados se analiza el impacto en la liquidez al eliminar los SKUs CC y el comportamiento del nivel de servicio para los tres escenarios estudiados.

4.2.3.1. Impacto de eliminación de SKUs CC en liquidez

Al eliminar los SKUs CC se obtiene una disminución significativa en el costo del inventario con riesgo de excedentes, ya que se pasa de tener ₡44,9 invertido en inventario con riesgo de excedentes a ₡6,6 millones. Es decir se reduce en aproximadamente ₡38,3 millones el costo de este inventario. Por otra parte se encuentra el inventario con riesgo de faltantes, el cual pasa de ₡2,6 millones a ₡4,6 millones, es decir, se aumenta el costo de este inventario en ₡2 millones.

Sin embargo, lo que realmente justifica si es mejor eliminar los SKUs CC del catálogo es el retorno de la inversión del ahorro en el costo total relevante versus las utilidades que generan estos SKUs CC. Es decir, si no se eliminan los SKUs CC, se incurre en la suma de ₡936,8 millones debido al costo total relevante y se obtiene una utilidad de ₡21,7 millones. En cambio, si se eliminan los SKUs CC se incurre en la suma de ₡779,1 millones en total, es decir, habría un costo de oportunidad de ₡157,7 millones que se podría invertir en otro negocio.

De manera global el porcentaje de contribución de los productos AA es de 35%, por lo tanto, si este dinero se hubiera invertido en producto AA y se hubiera podido vender se hubiera obtenido una utilidad de ₡55,2 millones en lugar de ₡21,7 millones con los SKUs CC.

4.2.3.2. Cuantificación de nivel de servicio

En los dos primeros capítulos se encuentra que algunas veces cuando el cliente solicita un pedido, ALRO no cuenta con la disponibilidad de este en el momento. Por lo tanto, es importante saber qué hubiera pasado con estos faltantes si se hubiera aplicado el modelo propuesto. Para esto, se analiza el indicador de nivel de servicio definido en la fórmula (15), el cual evalúa el porcentaje de la demanda satisfecha.

Para este análisis se deben comparar los tres escenarios que se han venido estudiando, ambos con la información del período de Julio 2015 a Junio 2016, sin embargo, es imposible calcular este nivel de servicio para el escenario que corresponde al modelo actual de ALRO, esto debido al inadecuado registro de los faltantes. Por lo tanto, se analizan solamente los escenarios 2 y 3, correspondientes al modelo propuesto, uno con SKUs CC y el otro sin ellos.

A partir de este estudio se tiene que si se utiliza el modelo ACSI sin eliminar los SKUs CC se obtiene un nivel de servicio de 92,6%, y si se aplicara el modelo propuesto y se eliminaran estos SKUs se obtendría un nivel de servicio de 93,4%. El comportamiento del nivel de servicio durante el año se puede observar en los Gráficos 30 y 31.

Gráfico 30. Nivel de servicio por SKU. Escenario 2 (Julio 2015 – Junio 2016)

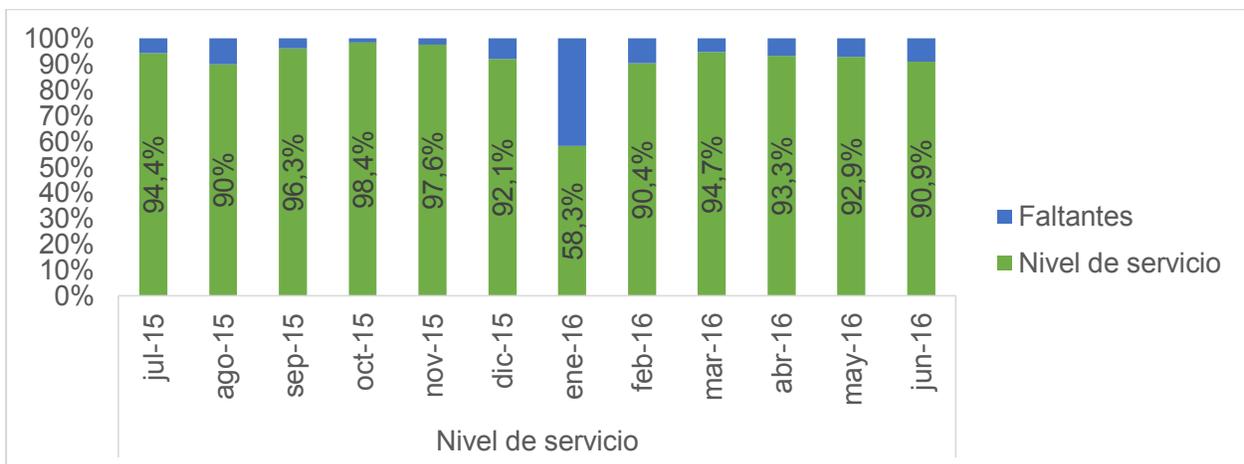
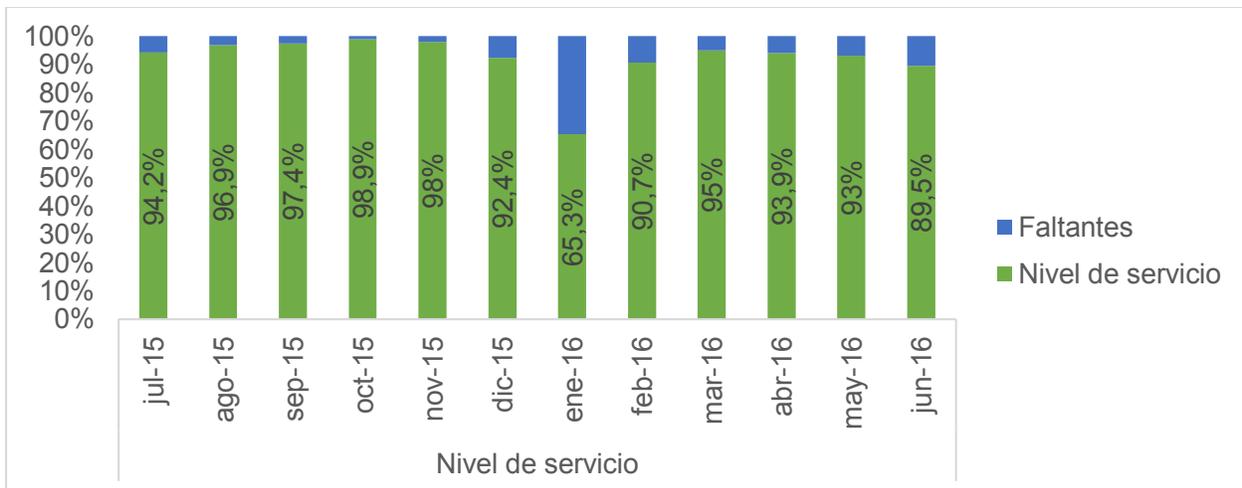


Gráfico 31. Nivel de servicio por SKU. Escenario 3 (Julio 2015 – Junio 2016)



En los Gráficos 30 y 31 se observa una baja en el nivel de servicio para el mes de enero, esto debido a que en el mes de diciembre en ALRO se dan 15 días de vacaciones a todos sus colaboradores, lo que implica que sus clientes no se pueden reabastecer en este período, y aunado a esto enero es un mes de temporada alta para ALRO, lo que ocasiona una baja en nivel de servicio ofrecido a sus clientes. A partir de esto es que se ha decidido no dar las vacaciones a todo el personal al mismo tiempo, ya que de este modo no se tendría que detener las operaciones de la distribuidora ni la fábrica (Rodríguez, 2016).

4.3. Validación cualitativa

En la validación cualitativa se mide la aceptación por parte de la empresa para con el modelo, los procedimientos y la herramienta programada propuestos. En el siguiente apartado se analiza la aprobación del modelo y de los procedimientos de ACSI.

4.3.1. Aprobación de modelo y procedimientos propuestos

Se analiza el modelo y los procedimientos en un taller junto con algunos de los involucrados en los procesos estudiados: la encargada de compras, el jefe de producción y el asistente del jefe de producción. Se expone primeramente el modelo conceptual y se explica cómo trabaja ALRO actualmente, y cómo debería trabajar según la propuesta de la etapa de Diseño. Seguidamente se enseña el sistema de documentación que se utiliza para los procedimientos de los subprocesos explicados en el modelo conceptual, y se explican las actividades que se deben llevar a cabo en cada uno.

Finalmente, se aplica una encuesta (Apéndice 13. Encuesta de aprobación de modelo conceptual y procedimientos propuestos) donde se evalúa la aprobación por parte de los involucrados con respecto a lo explicado.

El detalle de los resultados se encuentra en el Cuadro 17:

Cuadro 18: Resultado de encuesta de aprobación de modelo conceptual y procedimientos.

Pregunta	Respuestas de involucrados		
	Encargada de Compras	Jefe de Producción	Asistente de Producción

1. El modelo ACSI se adapta a la situación de la empresa ALRO.	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
2. El rediseño de los procedimientos el viable de implementar con la herramienta diseñada.	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo
3. Los procedimientos cumplen con las necesidades de los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente.	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4. El sistema de documentación de los procedimientos es fácil de comprender.	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Totalmente de acuerdo
5. La aplicación de los procedimientos permite llevar a cabo las actividades de los involucrados de una manera más acertada.	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
6. El cuarto proceso de Control y Mejora aporta valor en las decisiones tomadas con relación a los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente.	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7. La aplicación de los procedimientos permite mejorar el aprovechamiento de los recursos en ALRO, de manera que se logra obtener una mayor liquidez y un mayor ahorro de dinero.	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Con esta encuesta se puede observar que en la empresa están de acuerdo con que el rediseño del modelo conceptual que se ha propuesto para implementar en ALRO y se adapta a su situación actual. Además, también están de acuerdo con que el rediseño de los procedimientos es viable de implementar con la herramienta diseñada.

Se nota una leve disconformidad por parte de un involucrado, en este caso el Jefe de Producción, mencionando que no está de acuerdo ni en desacuerdo con el sistema de mapeo BPD que se utilizó para documentar los procedimientos propuestos. Esto se puede deber a que en la organización no se está acostumbrado a este tipo de documentación, sino que se utiliza documentación en prosa para los procedimientos de la fábrica que es donde él labora, por tanto, existe una resistencia al cambio al proponerse una herramienta diferente. Sin embargo, el mapeo BPD representa una ventaja a la hora de implementar los procedimientos, ya que de manera bastante resumida, ordenada y gráfica se puede conocer las actividades que se deben ir realizando y el orden que se debe seguir. Además, como complemento a estos procedimientos propuestos se encuentra la herramienta programada, la cual va a facilitar la implementación de los mismos.

Por otra parte, quien estuvo levemente disconforme con que la aplicación de los procedimientos y si estos le permiten llevar a cabo sus actividades de manera más acertada fue la Encargada de Compras, quien tomó el puesto hace un mes. Es por esta razón que se puede ver influenciada

su opinión, ya que apenas se está adaptando al día a día de sus actividades. Sin embargo, posteriormente se les va a acompañar en el proceso de implementación del modelo y los procedimientos, de manera que puedan llevar a cabo sus actividades de una manera más acertada.

A partir de los resultados de validación cuantitativa que se mostraron a los involucrados se llega a la conclusión que el rediseño propuesto realmente mejora el aprovechamiento de los recursos con que cuenta ALRO, mejorando la liquidez y obteniendo un ahorro económico.

Seguidamente se analiza la aprobación del diseño de la herramienta programada.

4.3.2. Aprobación de diseño de herramienta programada

Por último, se realiza una prueba piloto con el prototipo de la herramienta programada que se diseñó, junto con los involucrados de los procesos. Se explica paso a paso cómo funcionan los módulos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento, Servicio al cliente y Control y Mejora.

Los involucrados expresan que el prototipo está bastante completo y algo que llamó mucho la atención fueron los gráficos resumen al final de cada módulo, ya que lo encuentran muy útil para analizar los resultados de cada uno de los procesos que conforman la cadena de suministro interna de ALRO.

A partir de este prototipo la empresa estará colaborando con la programación de la misma en un software apto para manejar grandes cantidades de información, ya que Microsoft Excell no presenta la capacidad requerida y se comporta muy lento. Esta programación la estaría haciendo el departamento de TI de ALRO, a quien se le brindará el prototipo para que se guíe a la hora de aplicar la ingeniería de requerimientos que se diseñó en la etapa de Diseño.

Como beneficios no cuantificables también se tiene la estandarización de los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del Abastecimiento y Servicio al cliente, así como la sistematización de la información. Además, herramientas dentro del nuevo modelo como la matriz de riesgos de excedentes y faltantes permiten una visibilidad clara de la situación de ALRO en un momento determinado, lo que es muy útil para definir estrategias para atacar el problema.

4.4 Conclusiones

- La aplicación del modelo ACSI en la Distribuidora ALRO permite un mejor aprovechamiento de los recursos, de manera que se logra obtener una mejor administración del dinero al invertir en los productos según su demanda. El ahorro global hubiera sido de ¢47,5 millones si no se hubieran eliminado los SKUs CC, y de ¢157,7 millones si sí se hubiera hecho, además de que se hubiera reducido el porcentaje de costo de inventario con riesgo de excedentes en un 42,4% (¢31,4 millones) si no se hubieran eliminado estos productos, y hasta en un 51,6% (¢38,3 millones).
- La adecuada clasificación de los SKUs según su tipo de demanda, principal causa de los problemas de excedentes y faltantes de inventario y liquidez de la empresa, permiten el análisis de los productos de acuerdo a sus características específicas, como patrones característicos, lo que permite una mejor selección de los métodos utilizados para el cálculo de los pronósticos, mejorando el porcentaje de SKUs con error de pronóstico MAPE menor al 30% de un 59% a un 73%.
- Los métodos utilizados para calcular las cantidades de pedido y su frecuencia, determinan que resulta mejor pedir más seguido que pedir pocas veces para almacenar, ya que en lo que se hubiera incurrido de más en costos de pedido sería ¢839 mil si no se hubieran eliminado los SKUs CC, y ¢144 mil si se hubieran eliminado, pero lo que se hubiera ahorrado en costo de tenencia de inventario sería ¢1,4 millones y ¢4,6 millones respectivamente.

5. Conclusiones generales

El rediseño de la cadena de suministro interna propuesto junto con la herramienta programada ACSI, permiten mejorar la exactitud del plan de demanda pasando de 31% a 48% la cantidad de eventos con un error MAPE menor o igual a 20%.

La proporción de inventario con riesgo intermedio y elevado de excedentes se redujo de 56,9% con el modelo actual de ALRO a 5,3% con el modelo ACSI, y si se eliminaran los SKUs CC esta proporción de inventario con riesgo de excedentes sería de 14,5%.

La proporción de inventario con riesgo intermedio y elevado de faltantes aumentó de 3,31% a 3,71% con el modelo ACSI, y si se eliminaran los SKUs CC esta proporción de inventario con riesgo de faltantes sería de 3,61%, sin embargo, este 0,4% representa \$2 millones, mientras que lo que se logra disminuir de inventario con riesgo de excedentes aplicando el modelo ACSI es de \$38,3 millones, lo que justifica este pequeño aumento en el inventario con riesgo de faltantes.

Al aplicar el modelo ACSI a los productos con demanda regular, el nivel de servicio es de 92,6%, y si se eliminaran los SKUs CC el valor sería de 93,4%.

Recomendaciones generales

La herramienta programada ACSI permite aplicar el modelo propuesto, sin embargo, se recomienda programarla en un software que permita que el análisis se pueda realizar de manera más rápida, ya que Excel presenta esa limitante al trabajarse con una gran cantidad de productos.

Se recomienda analizar la planeación tanto de la demanda como del abastecimiento de la misma manera para los productos ALRO y los productos complementarios, ya que ambos representan porcentajes similares en cuanto a inventario y utilidades.

Es importante tan seguimiento al análisis de la demanda de los productos que no se analizaron en la validación de este proyecto, agregando métodos de pronóstico para demanda irregular.

Bibliografía

- Andino, R. (2006). *Cadena de suministro*. Escuela de negocios.
- Araya, J. (10 de Noviembre de 2015). Planificación del abastecimiento. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Araya. (8 de Diciembre de 2015). Eventos de la demanda. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Araya. (8 de Abril de 2015). Generalidades de la empresa. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Araya, J. (20 de Octubre de 2015). Planificación de la demanda. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Arbones, E. (2009). *Logística empresarial*. España: Marcombo.
- Báez, G., & Barba, S. (s.f.). Metodología DoRCU para la Ingeniería de Requerimientos. La Habana, Cuba.
- Ballou, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- Cisneros, M. F. (27 de Setiembre de 2015). Si quiere ahorrar a un año plazo, ¿quién le paga más? *El Financiero*.
- Cooper, B., & Vlaskovits, P. (2014). *El emprendedor lean*. New Jersey: Unir (Universidad Internacional de la Rioja).
- El ciclo PHVA. (2012). *El ciclo PHVA: planear, hacer, verificar y actuar*. Monterrey, México: Universidad TecVirtual del Sistema Tecnológico de Monterrey.
- Faccio, M. (2010). Forecasting methods for spare parts demand. Padua, Italia.
- Frazelle, E. H. (2002). *Supply chain strategy*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd.
- González, D. (16 de Agosto de 2016). Cotización de herramienta programada ACSI. (J. Alfaro, Entrevistador)
- Harris, R. (15 de Diciembre de 2015). *Innova Forum*. Obtenido de http://www.innovaforum.com/tecnica/brain_e.htm
- IEE. (22 de Octubre de 2008). Especificación de requisitos según el estándar IEEE 830.
- INTECO. (2005). *Sistemas de gestión de calidad - Guía para la implementación de sistema de indicadores*. Costa Rica.
- INTECO. (2008). ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de calidad. Costa Rica.
- Jenkins, A. (3 de Mayo de 2016). Limitaciones de ACSI con respecto a Forecast Pro. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)

- Kocer, U. U. (2013). Forecasting intermittent demand. *International Journal of Innovative*, 3313.
- Martínez, G., & Pérez, I. (Julio de 2010). Las técnicas cuantitativas y su utilidad en el diagnóstico del servicio de asistencia técnica.
- Nieto, C. d., & McDonnell, L. R. (2006). *Comparación entre los modelos de gestión de calidad total*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Perugachi, M. L. (2004). *Optimización de procesos*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Peterson, R., Silver, E. A., & Wiley, J. (1979). *Decision systems for inventory management and production planning*. John Wiley & Sons, Inc.: Estados Unidos.
- Rodríguez, D. (15 de Marzo de 2016). Limitaciones de ACSI con respecto a herramienta programada y bases de datos de ALRO. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rodríguez, J. (8 de Abril de 2015). Estructura empresarial de ALRO. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rodríguez, J. (15 de Octubre de 2015). Proceso de entrada y procesamiento de pedidos. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rodríguez, J. G. (7 de Julio de 2015). Planificación del abastecimiento. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rodríguez, J. G. (8 de Agosto de 2016). Definición de parámetros para selección de método de pronóstico. (A. Z. Rodríguez, Entrevistador)
- Rodríguez, J. G. (10 de Febrero de 2016). Estimación de la demanda. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rodríguez, J. G. (10 de Noviembre de 2016). Justificación de nivel de servicio. (A. Z. Rodríguez, & J. Alfaro, Entrevistadores)
- Rolón, E., Ruiz, F., García, F., & Piattini, M. (2006). Aplicación de métricas software en la evaluación de modelos de procesos de negocio.
- Schorr, J. (2007). The demand review. *Business excellence*, 9-10.
- Schorr, J. E. (2007). The supply review. *Business Excellence*, 9.
- Soler, D. (2009). *Diccionario de logística*. Barcelona: Marge Books.
- Stadtler, H., & Kilger, C. (2008). *Supply management and advanced planning*. Berlín: Springer.
- Tocto, E. (2011). Optimización y cuantificación de procesos utilizando BPM. *Apuntes universitarios*, 26.

Glosario

Seguidamente se presentan algunos conceptos importantes para comprender el contenido de este proyecto, los cuales fueron consultados en el diccionario de logística de David Soler (2009).

Abastecimiento directo: canal de distribución entre el productor y el consumidor final caracterizado por la ausencia de intermediarios, en el que el productor asume las funciones de distribuidor de sus propios productos.

Acarrear: transportar mercancías por cualquier medio de un lugar a otro.

Aceptación del pedido: confirmación de una orden de pedido relativa a una venta o a una compra.

Alisado exponencial: técnica de previsión de medias móviles ponderadas, donde las observaciones anteriores se ponderan geoméricamente en función de su antigüedad, otorgando mayor significación a los datos más recientes. Esta técnica utiliza una constante de alisado que se aplica a la diferencia entre la previsión más reciente y los datos esenciales de ventas. El alisado exponencial es válido para datos que no muestren tendencia o patrones estacionales. En caso contrario, pueden utilizarse modelos de alisado exponencial de nivel más alto.

Alisado exponencial dinámico: técnica de predicción de series temporales, basada en el alisado exponencial, donde el valor de alfa no es constante y se adecua de manera automática en caso de que se hayan cometido errores de previsión.

Almacén: espacio físico en el que se albergan y custodian los materiales y productos, bien sean materias primas, semielaborados, o terminados y preparados para su distribución, y que permite su clasificación, manipulación y control. Un almacén debe disponer de zonas diferenciadas para: carga de vehículos, recepción de mercancías, almacenaje, preparación de pedidos, y despacho.

Almacén central: almacén en el que se depositan las existencias con las que se abastecerá a una red de distribución o unos puntos de consumo final. Suele encontrarse próximo al centro de fabricación y está acondicionado para recibir y manipular unidades de carga superior (camiones completos, tarimas, etc.).

Almacén de materias primas: almacén destinado a contener materiales, suministros, envases, etc, que tienen que utilizarse en un proceso de producción. Suele situarse en el interior del área de producción.

Almacén de productos terminados: almacén destinado a albergar productos terminados.

Almacén regional: almacén abastecido desde un centro de producción o un almacén central, destinado a servir de depósito de las mercancías que se tienen que distribuir a los clientes mayoristas o detallistas de una determinada área de influencia, generalmente delimitada por la ruta de un vehículo de distribución durante una jornada.

Almacenista: persona física o jurídica cuya actividad consiste, de acuerdo con lo que se establezca en un contrato, en recibir en depósito y en locales adecuados los bienes o mercancías de terceros. Puede efectuar operaciones de ruptura de cargas, almacenamiento, custodia,

manipulación, administración, control de existencias, preparación de pedidos y cualquier otra que se haya convenido.

Cadena de suministro: conjunto de actividades de una organización destinadas a satisfacer la demanda de productos y servicios, desde los requerimientos iniciales de materias primas e información hasta la entrega final y la recuperación de los residuos que hayan podido generarse en el proceso.

Cantidad de pedido: cantidad de unidades de un artículo que se pide a una planta o aun proveedor.

Cantidad económica de pedido (EOQ): indica la cantidad óptima de unidades para un pedido o fabricación, calculada mediante la fórmula de Wilson:

Unidades que se quieren pedir o fabricar (EOQ) = $\sqrt{2DP/S}$

D= Demanda de unidades prevista para un período N.

P= Coste de pedido.

S= Coste de existencias por unidad durante el período N.

N= Período anual, habitualmente.

Capacidad de almacenamiento: máxima cantidad de producto que puede contener un recipiente o espacio para el almacenamiento.

Clasificación ABC: modelo de gestión basado en la Ley de Pareto que clasifica en orden decreciente, A, B, y C, una serie de artículos, siguiendo algún criterio, por ejemplo, su volumen anual de ventas. El grupo A tiende a acoger entre el 10 y el 20% de los artículos, de los que resultan del 50 al 70% de las ventas. El grupo B contiene el 20% de los artículos y representa el 20% de las ventas. El grupo C suele contener del 60 al 70% de los artículos y de los que solo se obtienen del 10 al 30% de las ventas.

Cliente: persona física u organización a quien el fabricante o el distribuidor venden sus mercancías o servicios. Puede ser otro fabricante o bien un minorista, consumidor, usuario final, etc.

Compra:

1. Objeto o producto comprado.
2. Acción y efecto de comprar.
3. Operación de seleccionar al proveedor a fin de conseguir el menos coste global posible para el aprovisionamiento de los productos, materiales o servicios que una organización adquiere.

Costo de adquisición: forma parte del costo integral de aprovisionamiento y se corresponde con el importe que el proveedor factura por el valor del producto.

Costo de almacenamiento: forma parte del costo de existencias y agrupa los gastos derivados de la ubicación de las existencias y del volumen almacenado: por superficie (metro cuadrados), por instalaciones (estanterías, etc.), mantenimiento (control de temperaturas, etc.), seguros...

Este costo no incluye los gastos relativos a personal de almacén ni a sistemas de movimientos de mercancías, que corresponden a costos de volumen manipulado.

Costo de existencias: forma parte del costo integral de aprovisionamiento, es consecuencia de los gastos por las existencias de materiales que tiene la empresa, y consta de dos componentes: el costo de almacenamiento y el costo de capital invertido en existencias.

Costo de la unidad faltante: costo que se deriva de no disponer de una unidad de producto. Se puede interpretar como un costo de oportunidad.

Costo de oportunidad: recurso económico al que se renuncia al optar por una alternativa (comercial, de gestión, etc.) en lugar de otra.

Demanda: cantidad de mercancías o productos que requiere un mercado o que se requieren a un proveedor en un período de tiempo determinado.

Distribución: proceso logístico que abarca las funciones de almacenaje, manipulación de materiales y transporte de productos terminados.

Estacionalidad: propiedad de una serie cronológica que toma durante unos determinados períodos, en anualidades sucesivas, unos valores distintos de su valor medio anual.

Gestión de inventario: parte de la gestión de la cadena de suministro cuyo fin es poner a disposición de las áreas de producción o comercial una determinada cantidad de producto en el momento preciso, en el lugar oportuno y con el mínimo costo posible.

Índice de rotación de existencias: fracción resultante del número de veces que se ha movido un producto o una familia de productos durante un determinado período de tiempo.

Inventario: relación ordenada de las existencias o los ítems, con indicación de la cantidad disponible y valoración de cada una de ellas a costo de adquisición.

Nivel de servicio: medida de la capacidad de disponer de las existencias necesarias cuando hay demanda de las mismas, dentro del margen de tiempo acordado con el cliente.

Orden de compra: documento comercial que extiende y remite el cliente para formalizar una transacción de compra con un proveedor, por lo que debe contener los enunciados necesarios para expresar el pedido.

Pedido: encargo o solicitud formal, habitualmente mediante un documento físico o digital (orden de compra), de una cantidad de productos, artículos, materiales o servicios, de una calidad y características que se describen o han sido previamente determinadas, que un cliente interno o externo efectúa a un fabricante o distribuidor (el proveedor).

Plan de ventas: previsión de ventas efectuada en el plan de marketing que indica las cantidades de productos que deben considerarse en el plan maestro de producción.

Punto de venta: lugar donde el cliente adquiere el producto físico en el proceso final de distribución comercial.

Rotación de existencias: capacidad de un almacén de reponer un artículo de una determinada unidad de tiempo. La rotación se mide generalmente por su valor económico. Una forma habitual de calcularla consiste en dividir las existencias medias anuales por el costo de ventas efectuadas.

Un almacén tiene una rotación de tres unidades anuales cuando el valor económico de los productos almacenados se ha repuesto tres veces.

Anexos

Anexo 1. Evaluación de la exactitud del pronóstico a través del MAPD o MAPE

MAPD _T	Quality of forecast
< 10%	Very good
> 10%, < 20%	Good
> 20%, < 30%	Mediocre
> 30%	Poor

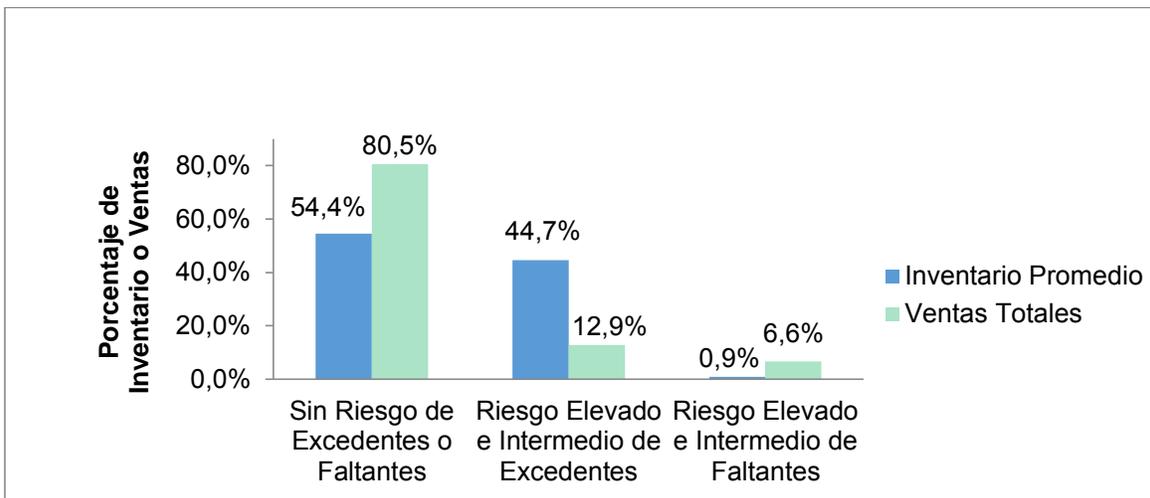
Anexo 2. Constantes de suavización

Constantes de suavización				
Exponencial simple	$0,01 \leq \alpha \leq 0,3$			
Exponencial con tendencia	$0,01 \leq \alpha \leq 0,3$			
Winters	α	α_{HW}	β_{HW}	γ_{HW}
Alto	0,3	0,51	0,176	0,5
Razonable	0,1	0,19	0,053	0,1
Bajo	0,01	0,02	0,005	0,05

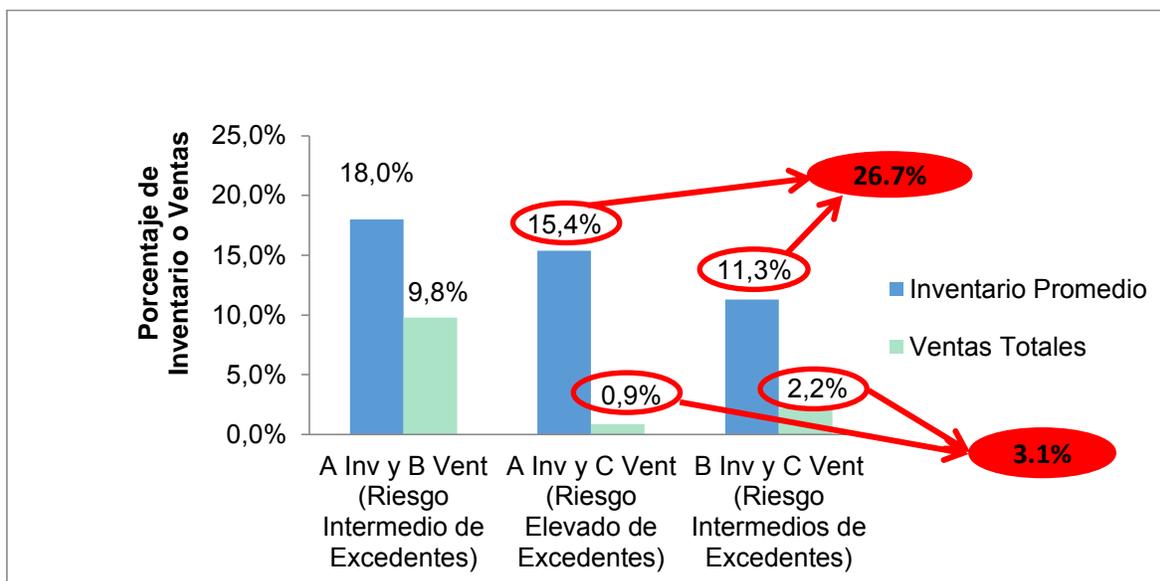
Fuente: (Peterson et al., 1979)

Apéndices

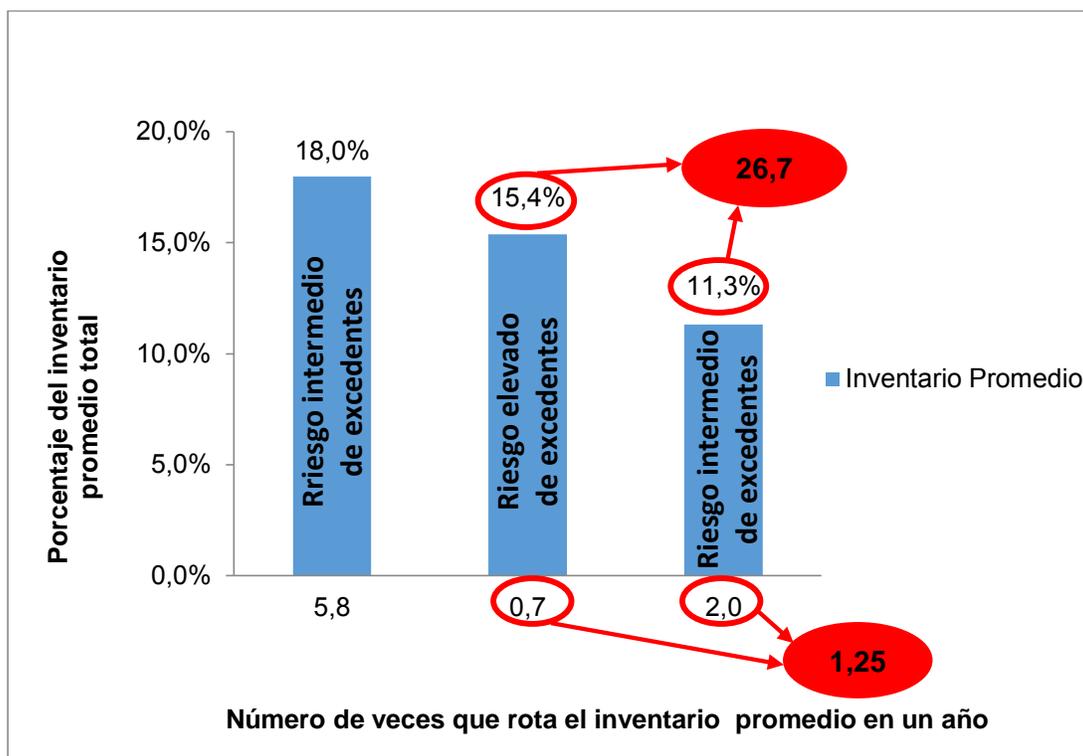
Apéndice 1. Tipos de riesgo en inventario promedio total (Setiembre 2014 – Abril 2015)



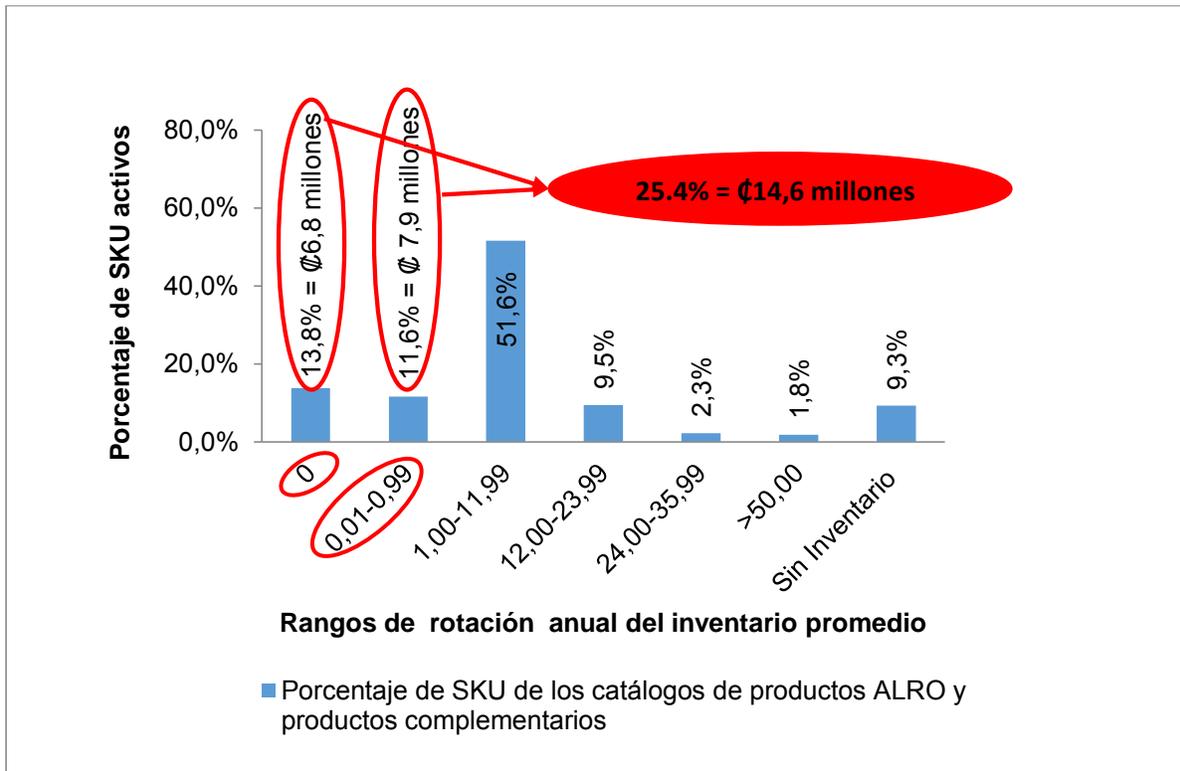
Apéndice 2. Inventario promedio con riesgo de excedentes (Setiembre 2014 – Abril 2015)



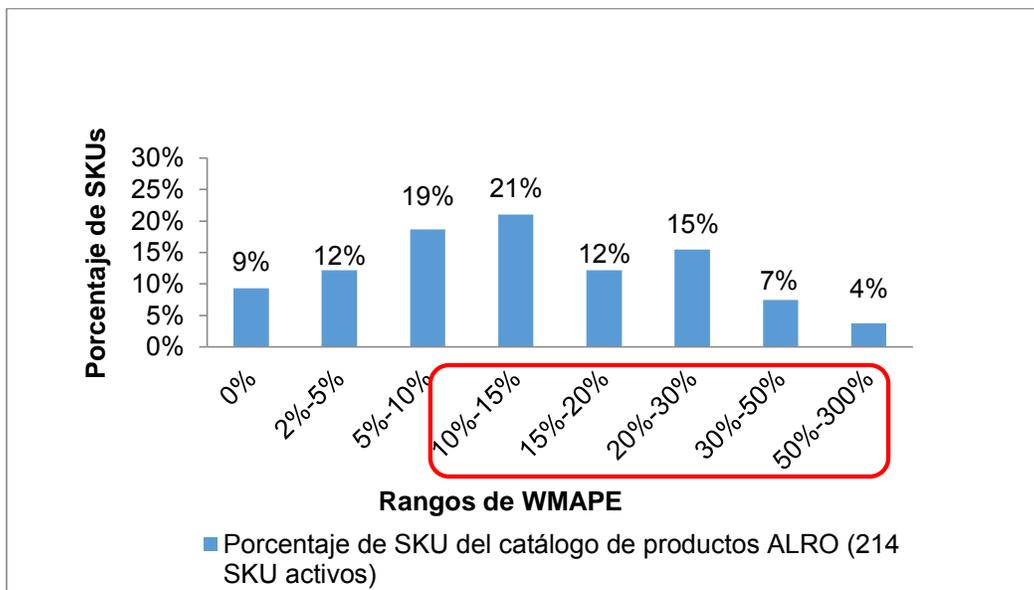
Apéndice 3. Rotación anual del inventario promedio total con riesgo de excedentes



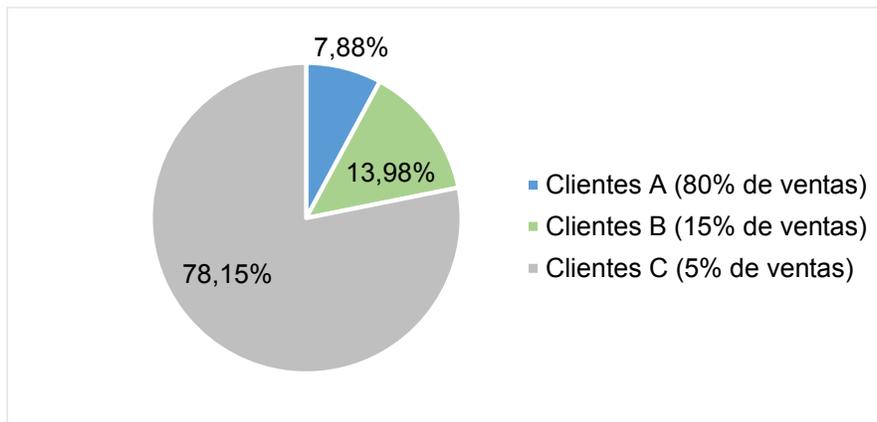
Apéndice 4. Porcentaje de SKU de los catálogos de productos ALRO y productos complementarios



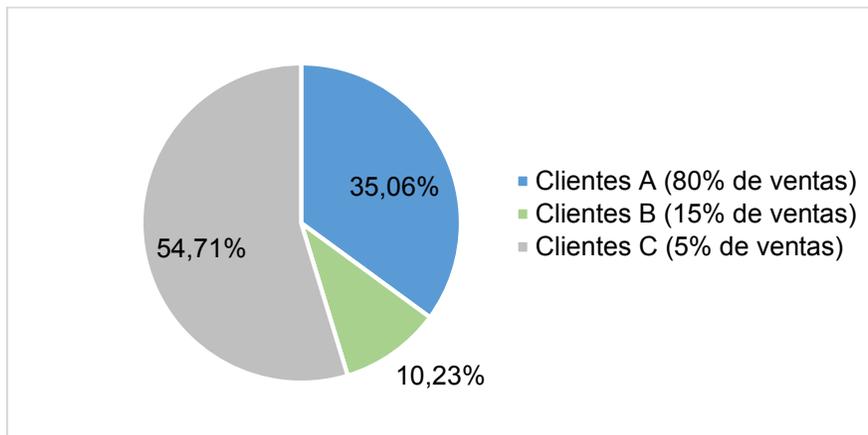
Apéndice 5. Porcentaje de SKUs según error de pronóstico WMAPE (Enero 2015 – Abril 2015)



Apéndice 6. Clasificación ABC de clientes por ventas en dinero (Enero 2015 – Octubre 2016)



Apéndice 7. Clasificación ABC de SKUs por ventas en dinero (Enero 2015 – Octubre 2015)



Apéndice 8. Matriz de riesgos de excedentes o faltantes de inventario

Matriz de Riesgos de Excedentes o Faltantes de Inventario							
Inventarios\Ventas	A		B		C		Descripción
A	Faltantes o Excedentes Bajo		Excedentes Intermedio		Excedentes Elevado		Tipo de Riesgo
	23	21	24	22	60	49	Magnitud del Riesgo
	3,2%	3,0%	3,4%	3,1%	8,5%	6,9%	Cantidad SKU
	€8.664.569	€6.171.702	€8.638.071	€9.381.748	€15.751.304	€20.391.286	% de cantidad SKU
	10,0%	7,2%	10,0%	10,9%	18,3%	23,6%	Inventario Promedio
	€238.454.740	€266.250.832	€33.430.173	€37.356.214	€14.524.085	€10.723.685	% de Inventario Promedio
	15,2%	17,0%	2,1%	2,4%	0,9%	0,7%	Ventas Totales
							% de Ventas Totales
B	Faltantes Intermedio		Faltantes o Excedentes Bajo		Excedentes Intermedio		Tipo de Riesgo
	12	21	17	19	48	68	Magnitud del Riesgo
	1,7%	3,0%	2,4%	2,7%	6,8%	9,6%	Cantidad SKU
	€824.115	€1.389.826	€1.146.426	€1.155.433	€3.501.892	€4.905.601	% de cantidad SKU
	1,0%	1,6%	1,3%	1,3%	4,1%	5,7%	Inventario Promedio
	€103.874.566	€159.520.473	€25.394.291	€26.190.571	€9.369.717	€11.910.328	% de Inventario Promedio
	6,6%	10,2%	1,6%	1,7%	0,6%	0,8%	Ventas Totales
							% de Ventas Totales
C	Faltantes Elevado		Faltantes Intermedio		Faltantes o Excedentes Bajo		Tipo de Riesgo
	17	32	24	45	65	142	Magnitud del Riesgo
	2,4%	4,5%	3,4%	6,3%	9%	20%	Cantidad SKU
	€245.424	€474.601	€279.460	€709.336	€822.312	€1.777.359	% de cantidad SKU
	0,28%	0,55%	0,3%	0,8%	1,0%	2,1%	Inventario Promedio
	€213.427.269,66	€273.123.016,12	€39.409.484,44	€74.519.368,55	€11.905.355	€20.314.882	% de Inventario Promedio
	13,6%	17,4%	2,5%	4,7%	0,8%	1,3%	Ventas Totales
							% de Ventas Totales
	Productos ALRO	Productos Compl.	Productos ALRO	Productos Compl.	Productos ALRO	Productos Compl.	Tipo de Producto

Apéndice 9. Ingeniería de requerimientos

Ingeniería de requerimientos generales

Versión:	1
ID:	RG-01
Nombre:	Ingresar, modificar y eliminar datos de usuarios
Descripción:	El sistema debe ingresar, modificar y eliminar los usuarios del sistema que contengan los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none">• Nombre• Nombre de usuario• Puesto de trabajo• Contraseña
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RG-02
Nombre:	Autenticar el usuario
Descripción:	El sistema debe seleccionar y autenticar el tipo de usuario por medio de los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none">• Nombre• Nombre de usuario• Contraseña• Módulos habilitados
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Ingeniería de requerimientos del Módulo Servicio al cliente

Versión:	1
ID:	RSC-01
Nombre:	Importar catálogo de SKUs
Descripción:	<p>El sistema debe importar el catálogo de SKUs proveniente de la base de datos de ALRO de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Proveedor de SKU • Estado [activo inactivo] • Inventario disponible • Unidad de medida de referencia
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-02
Nombre:	Importar lista de clientes
Descripción:	<p>El sistema debe importar la lista de clientes proveniente de la base de datos de ALRO de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de cliente • Nombre de cliente • Cantón y provincia • Dirección exacta • Correo electrónico • Número telefónico • Estado [activo inactivo]
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-03
Nombre:	Importar utilidades de ventas por SKU
Descripción:	El sistema debe importar las utilidades de las ventas de un período determinado proveniente de la base de datos de ALRO de acuerdo a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de cliente • Nombre de cliente • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad de unidades vendidas • Costo de unidades vendidas • Precio de unidades vendidas • Tipo de producto (ALRO/Complementario)
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-04
Nombre:	Calcular ABC de utilidades por SKU
Descripción:	El sistema debe calcular el ABC de las utilidades de ventas por SKU de acuerdo a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Clasificación ABC por SKU • Suma de utilidades por SKU
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-05
Nombre:	Calcular ABC de utilidades por cliente
Descripción:	El sistema debe calcular el ABC de las utilidades de ventas por cliente de acuerdo a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de cliente • Nombre de cliente • Clasificación ABC por SKU
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-06
Nombre:	Calcular matriz de perfil de pedido basado en utilidades
Descripción:	El sistema debe calcular la matriz de perfil de pedido por utilidades de venta de acuerdo a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Suma de utilidades de clientes A que compran productos A • Suma de utilidades de clientes A que compran productos B • Suma de utilidades de clientes A que compran productos C • Suma de utilidades de clientes B que compran productos A • Suma de utilidades de clientes B que compran productos B • Suma de utilidades de clientes B que compran productos C • Suma de utilidades de clientes C que compran productos A • Suma de utilidades de clientes C que compran productos B • Suma de utilidades de clientes C que compran productos C
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-07
Nombre:	Calcular matriz de perfil de pedido basado en cantidad de SKUs
Descripción:	<p>El sistema debe calcular la matriz de perfil de pedido por cantidad de SKUs basado en la matriz de perfil de pedido por utilidades de venta de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suma de cantidad de SKUs A comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs A comprados por clientes B • Suma de cantidad de SKUs A comprados por clientes C • Suma de cantidad de SKUs B comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs B comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs B comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs C comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs C comprados por clientes A • Suma de cantidad de SKUs C comprados por clientes A
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-08
Nombre:	Graficar matriz de perfil de pedido basado en utilidades
Descripción:	<p>El sistema debe graficar la matriz de perfil de pedido por utilidades de venta de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilidades de clientes A que compran productos A • Utilidades de clientes A que compran productos B • Utilidades de clientes A que compran productos C • Utilidades de clientes B que compran productos A • Utilidades de clientes B que compran productos B • Utilidades de clientes B que compran productos C • Utilidades de clientes C que compran productos A • Utilidades de clientes C que compran productos B • Utilidades de clientes C que compran productos C
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-09
Nombre:	Graficar matriz de perfil de pedido basado en cantidad de SKUs
Descripción:	<p>El sistema debe graficar la matriz de perfil de pedido por cantidad de SKUs de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de SKUs A comprados por clientes A • Cantidad de SKUs A comprados por clientes B • Cantidad de SKUs A comprados por clientes C • Cantidad de SKUs B comprados por clientes A • Cantidad de SKUs B comprados por clientes B • Cantidad de SKUs B comprados por clientes C • Cantidad de SKUs C comprados por clientes A • Cantidad de SKUs C comprados por clientes B • Cantidad de SKUs C comprados por clientes C
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-10
Nombre:	Crear reporte de SKUs por segmento de negocio según matriz de perfil de
Descripción:	<p>El sistema debe crear un reporte de los SKUs que se encuentran en cada segmento de negocio de la matriz de perfil de pedido de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SKUs A comprados por clientes A • SKUs A comprados por clientes B • SKUs A comprados por clientes C • SKUs B comprados por clientes A • SKUs B comprados por clientes B • SKUs B comprados por clientes C • SKUs C comprados por clientes A • SKUs C comprados por clientes B • SKUs C comprados por clientes C
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-11
Nombre:	Ingresar, modificar y eliminar políticas de servicio al cliente
Descripción:	<p>El sistema debe ingresar, modificar y eliminar políticas de servicio al cliente de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación ABC de cliente • Clasificación ABC de SKU • Perfil de pedido (Doble clasificación ABC por cliente y SKU) • Medio de entrada de pedido • Tiempo de entrega al cliente • Nivel de servicio de SKUs
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-12
Nombre:	Crear reporte de políticas de servicio al cliente
Descripción:	<p>El sistema debe crear un reporte de las políticas de servicio al cliente de acuerdo a los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación ABC de cliente • Clasificación ABC de SKU • Perfil de pedido (Doble clasificación ABC por cliente y SKU) • Medio de entrada de pedido • Nivel de servicio de SKUs
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RSC-13
Nombre:	Importar pedidos
Descripción:	El sistema debe importar pedidos de clientes que contengan los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Código de cliente • Nombre de cliente • Fecha de pedido • Cantidad de unidades • Precio unitario • Número de pedido
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-14
Nombre:	Consultar disponibilidad de pedidos
Descripción:	El sistema debe consultar pedidos de clientes en la base de datos de inventarios e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Número de pedido • Código de SKU • Descripción de SKU • Porcentaje de disponibilidad • Cantidad de unidades disponibles
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-15
Nombre:	Clasificar entrega de pedido de acuerdo a
Descripción:	El sistema debe registrar la clasificación de la entrega de pedido, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Número de pedido • Nombre de cliente • Clasificación de entrega de pedido (Disponible /
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-16
Nombre:	Relacionar número de pedido a un número de factura
Descripción:	El sistema debe relacionar el número de pedido a un número de factura, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Número de pedido • Número de factura
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-17
Nombre:	Registrar fecha de entrega real del pedido
Descripción:	<p>El sistema debe registrar la fecha de entrega real del pedido y el producto entregado, e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de pedido • Nombre de cliente • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad de unidades entregadas • Fecha de entrega real del pedido
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-18
Nombre:	Clasificar entrega de pedido de acuerdo a la fecha de entrega real
Descripción:	<p>El sistema debe clasificar tiempo de entrega del pedido y la conformidad del mismo, e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de pedido • Nombre de cliente • Código de SKU • Descripción de SKU • Clasificación de tiempo de entrega real (A tiempo, Tarde, Perdida)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-19
Nombre:	Crear reporte de ventas
Descripción:	El sistema debe permitir crear reporte de ventas, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Código de cliente • Nombre de cliente • Fecha de pedido • Cantidad de unidades • Precio unitario • Número de pedido • Porcentaje de disponibilidad • Cantidad de unidades disponibles • Clasificación ABC de cliente • Cantidad de unidades entregadas • Fecha de entrega real del pedido • Clasificación de tiempo de entrega real (A tiempo, Tarde, Perdida)
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-20
Nombre:	Registrar devolución de producto
Descripción:	El sistema debe registrar la devolución de un producto, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Código de cliente • Nombre de cliente • Fecha de devolución • Cantidad de unidades • Precio unitario • Número de factura correspondiente • Número de pedido correspondiente
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-21
Nombre:	Crear reporte de devoluciones
Descripción:	El sistema debe permitir crear reporte de devoluciones, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Código de cliente • Nombre de cliente • Fecha de devolución • Cantidad de unidades • Precio unitario • Número de factura correspondiente • Número de pedido correspondiente
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha 28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha 21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-22
Nombre:	Calcular la demanda real
Descripción:	El sistema debe calcular la demanda real por mes, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad de unidades
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha 28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha 21/06/2016

Versión:	1
ID:	RSC-23
Nombre:	Crear reporte de demanda real
Descripción:	El sistema debe permitir crear reporte de la demanda real por mes, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad de unidades
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Ingeniería de requerimientos del Módulo Planificación de la demanda

Versión:	1
ID:	RPD-01
Nombre:	Importar datos de demanda real
Descripción:	El sistema debe importar datos de demanda real e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Fecha de inicio • Fecha de finalización • Demanda real
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-02
Nombre:	Calcular coeficiente de variación de la demanda por SKU
Descripción:	El sistema debe calcular el coeficiente de variación de la demanda por SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Valor de coeficiente de variación de la demanda
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-03
Nombre:	Clasificar regularidad y nivel de demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe clasificar el tipo de demanda por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Regularidad de demanda (regular e irregular) • Nivel (Sí o No)
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-04
Nombre:	Calcular gradiente de demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el gradiente de demanda por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Valor del gradiente
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-06
Nombre:	Calcular factor estacional normalizado por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el factor estacional normalizado para cada uno de los 12 meses por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Valor de factor estacional normalizado de Enero • Valor de factor estacional normalizado de Febrero • Valor de factor estacional normalizado de Marzo • Valor de factor estacional normalizado de Abril • Valor de factor estacional normalizado de Mayo • Valor de factor estacional normalizado de Junio • Valor de factor estacional normalizado de Julio • Valor de factor estacional normalizado de Agosto • Valor de factor estacional normalizado de Setiembre • Valor de factor estacional normalizado de Octubre • Valor de factor estacional normalizado de Noviembre • Valor de factor estacional normalizado de Diciembre
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-06
Nombre:	Calcular índice de estacionalidad de demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el índice de estacionalidad de demanda por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Valor de índice de estacionalidad
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-07
Nombre:	Clasificar estacionalidad de demanda por SKU
Descripción:	El sistema debe clasificar la estacionalidad de demanda por SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Estacionalidad (Sí o No)
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-08
Nombre:	Crear reporte de tipo de demanda por SKU
Descripción:	El sistema debe crear un reporte con el tipo de demanda por SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Regularidad de demanda (regular e irregular) • Tendencia (Sí o No) • Estacionalidad (Sí o No)
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-09
Nombre:	Determinar intermitencia de demanda irregular
Descripción:	<p>El sistema debe determinar si existe intermitencia en la demanda de cada SKU que presente demanda irregular, e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Average Demand Interval (ADI) • Coeficiente de variación al cuadrado (CV2) • Presenta intermitencia? (Sí o No)
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-10
Nombre:	Asignar método de pronóstico a cada SKU
Descripción:	<p>El sistema debe asignar el método de pronóstico que se debe utilizar para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Método de pronóstico a utilizar
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-11
Nombre:	Crear reporte con método de pronóstico a utilizar para cada SKU
Descripción:	<p>El sistema debe crear un reporte con el método de pronóstico a utilizar para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Método de pronóstico a utilizar
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-12
Nombre:	Seleccionar serie de tiempo para pronosticar
Descripción:	<p>El sistema debe seleccionar la serie de tiempo para pronosticar e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de inicio • Fecha de finalización
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-13
Nombre:	Registrar cantidad de períodos a pronosticar
Descripción:	<p>El sistema debe seleccionar la serie de tiempo para pronosticar e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de inicio • Fecha de finalización
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-14
Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Suavización Exponencial Simple (SES)
Descripción:	El sistema debe calcular el pronóstico de la demanda por medio del método de Suavización Exponencial Simple e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-15
Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Suavización Exponencial Doble (SED)
Descripción:	El sistema debe calcular el pronóstico de la demanda por medio del método de Suavización Exponencial Doble e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-16
Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Winters
Descripción:	El sistema debe calcular el pronóstico de la demanda por medio del método de Winters e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-17
Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Croston
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el pronóstico de la demanda por medio del método de Croston e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-18
Nombre:	Crear reporte del pronóstico de la demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe crear un reporte del pronóstico de la demanda para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-19
Nombre:	Registrar ajuste de pronóstico por plan de mercadeo
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el ajuste de pronóstico debido al plan de mercadeo de ALRO para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda para cada período • Ajuste de pronóstico
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-20
Nombre:	Calcular pronóstico con ajuste
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el pronóstico con el ajuste para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Pronóstico de la demanda con ajuste
Creado por	
Fecha	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Fecha	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPD-21
Nombre:	Crear reporte de plan de demanda
Descripción:	<p>El sistema debe crear un reporte del plan de demanda para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Plan de demanda
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Ingeniería de requerimientos del Módulo Planificación del abastecimiento

Versión:	1
ID:	RPA-01
Nombre:	Importar costos de adquisición anuales
Descripción:	<p>El sistema debe importar los costos anuales que implican la adquisición de los pedidos e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de teléfono del encargado de compras • Costo de mano de obra de encargado de compras • Costo de mano de obra de encargado de recibo de mercadería • Costo de transporte (si aplica)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-02
Nombre:	Calcular costo total de pedido El sistema debe importar los costos anuales de los
Descripción:	pedidos de cada SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Costo total de pedidos
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-03
Nombre:	Calcular inventario medio El sistema debe calcular el inventario
Descripción:	medio para cada SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad de pedido Q • Inventario medio
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-04
Nombre:	Importar costos de almacenamiento El sistema debe importar los costos
Descripción:	involucrados en el almacenamiento de los productos e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Costo de oportunidad (TIR) • Seguro de mercadería • Mano de obra bodega • Mermas por caducidad, robo o deterioro • Costos administración de bodega • Costos por servicios públicos • Costos por combustible • Costos por lubricantes • Depreciación
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-05
Nombre:	Calcular costos de almacenamiento El sistema debe calcular el costo de
Descripción:	almacenamiento e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Costo de almacenamiento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-06
Nombre:	Calcular tasa de costo de almacenamiento El sistema debe calcular la tasa de costo
Descripción:	de almacenamiento e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Tasa de costo de almacenamiento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-07
Nombre:	Calcular costo total relevante para cada SKU El sistema debe calcular el costo total
Descripción:	relevante para cada SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Costo total relevante
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-08
Nombre:	Importar nivel de servicio según clasificación ABC por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe importar el nivel de servicio para cada SKU según la clasificación ABC por SKU en las políticas de servicio al cliente e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Nivel de servicio
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-09
Nombre:	Calcular desviación estándar de la demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular la desviación estándar de la demanda por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Fecha de inicio • Fecha de finalización • Desviación estándar de la demanda
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-10
Nombre:	Registrar tiempo de entrega de proveedor
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el tiempo de entrega de cada proveedor e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de proveedor • Nombre de proveedor • Tiempo de entrega
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-11
Nombre:	Calcular demanda durante tiempo de entrega de proveedor
Descripción:	<p>El sistema debe calcular la demanda de cada SKU durante el tiempo de entrega del proveedor e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Código de proveedor • Nombre de proveedor • Demanda durante tiempo de entrega de proveedor
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-12
Nombre:	Calcular variabilidad de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento
Descripción:	<p>El sistema debe calcular la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de reaprovisionamiento e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Variabilidad de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-13
Nombre:	Calcular factor de seguridad
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el factor de seguridad para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Factor de seguridad
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RPA-14
Nombre:	Calcular stock de seguridad
Descripción:	<p>El sistema debe calcular la variabilidad de la demanda durante el tiempo de reaprovisionamiento e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Variación de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-15
Nombre:	Calcular punto de reorden
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el punto de reorden para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Punto de reorden
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-16
Nombre:	Crear reporte de stock de seguridad y punto de reorden por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el punto de reorden para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Stock de seguridad • Punto de reorden
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-17
Nombre:	Calcular coeficiente de variación de la demanda por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el coeficiente de variación de la demanda por SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Valor de coeficiente de variación de la demanda
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-18
Nombre:	Clasificar demanda en determinística o probabilística
Descripción:	<p>El sistema debe clasificar la demanda como determinística o probabilística e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Clasificación de demanda
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-19
Nombre:	Registrar clasificación de demanda
Descripción:	<p>El sistema debe registrar la clasificación de la demanda e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Clasificación de demanda
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-20
Nombre:	Clasificar SKU apto para descuento o no
Descripción:	<p>El sistema debe clasificar cada SKU como apto para obtener descuento o no e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Apto para descuento (Sí / No)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-21
Nombre:	Calcular EOQ con descuento
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el EOQ con descuento para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • EOQ con descuento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-22
Nombre:	Calcular EOQ sin descuento
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el EOQ sin descuento para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • EOQ sin descuento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-23
Nombre:	Registrar EOQ con descuento como cantidad a pedir
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el EOQ con descuento como cantidad a pedir de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • EOQ con descuento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-24
Nombre:	Registrar EOQ sin descuento como cantidad a pedir
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el EOQ sin descuento como cantidad a pedir de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • EOQ sin descuento
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-25
Nombre:	Registrar Q con descuento (Qb)
Descripción:	<p>El sistema debe permitir registrar el Q con descuento que indica el proveedor de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Q con descuento
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-26
Nombre:	Comparar Q con descuento y EOQ con descuento
Descripción:	El sistema debe comparar el Q con descuento y el EOQ con descuento de un SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • EOQcd menor que Qcd? (Sí o No)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-27
Nombre:	Calcular TRC(EOQ)
Descripción:	El sistema debe calcular TRC(EOQ) de un SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • TRC(EOQ)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-28
Nombre:	Comparar TRC (EOQsd) y TRC (Qb)
Descripción:	<p>El sistema debe comparar el TRC (EOQsd) y el TRC (Qb) de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • TRC (EOQsd) mayor que TRC (Qb) (Sí o No)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-29
Nombre:	Registrar Qb como cantidad a pedir
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el Qb como cantidad a pedir de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Qb
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-30
Nombre:	Calcular cantidad de pedido con método Silver Meal
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el Qb como cantidad a pedir de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad a pedir (Q)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-31
Nombre:	Registrar resultado de Silver Meal como cantidad a pedir (Q)
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el Q como cantidad a pedir de un SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Q
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-32
Nombre:	Registrar método utilizado para calcular cantidad de pedido
Descripción:	El sistema debe registrar el método utilizado para calcular la cantidad de pedido de cada SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Método utilizado para cantidad de
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-33
Nombre:	Crear reporte de cantidad de pedido por SKU y método utilizado
Descripción:	El sistema debe registrar el método utilizado para calcular la cantidad de pedido de cada SKU e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Cantidad a pedir • Método utilizado para cantidad de pedido
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-34
Nombre:	Calcular tiempo de reaprovisionamiento según EOQ (TEOQ)
Descripción:	<p>El sistema debe calcular TEOQ a aquellos SKU que se calculen con este método e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • TEOQ
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-35
Nombre:	Calcular tiempo de reaprovisionamiento según punto de reorden
Descripción:	<p>El sistema debe calcular el tiempo de reaprovisionamiento según el punto de reorden de aquellos SKU que no se calculen con método de EOQ e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Tiempo de reaprovisionamiento • Método utilizado para cantidad de pedido
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-36
Nombre:	Registrar tiempo de reaprovisionamiento
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el tiempo de reaprovisionamiento para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Tiempo de reaprovisionamiento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-37
Nombre:	Crear reporte de tiempo de reaprovisionamiento por SKU
Descripción:	<p>El sistema debe registrar el tiempo de reaprovisionamiento para cada SKU e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de SKU • Descripción de SKU • Tiempo de reaprovisionamiento
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RPA-38
Nombre:	Importar proveedor
Descripción:	<p>El sistema debe importar los datos de un proveedor del sistema actual de ALRO e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de proveedor • Nombre de proveedor
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Ingeniería de requerimientos del Módulo Control y mejora

Versión:	1
ID:	RCM-01
Nombre:	Ingresar, modificar y eliminar el plan de indicadores
Descripción:	<p>El sistema debe ingresar, modificar y eliminar el plan de indicadores, e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de creación • Nombre del creador • Nombre del proceso • Nombre del subproceso • Nombre de la variable • Objetivo • Nombre del Indicador • Metas • Umbrales
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-02
Nombre:	Crear reporte del plan de indicadores
Descripción:	El sistema debe permitir crear reporte del plan de indicadores, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario: <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de creación • Nombre del creador • Nombre del proceso • Nombre del subproceso • Nombre de la variable • Objetivo • Nombre del Indicador • Metas • Umbrales
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-03
Nombre:	Registrar la forma de cálculo de los indicadores
Descripción:	El sistema debe permitir registrar la forma de calculo de los indicadores, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Formula • Periodicidad • Existencia de datos • Método de registro • Nombre del encargado del registro de datos • Nombre del encargado del cálculo • Nombre del encargado del análisis • Nombre del encargado de la comunicación • Forma de representación gráfica
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-04
Nombre:	Calcular indicadores
Descripción:	El sistema debe permitir calcular indicadores, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Fecha de cálculo • Resultado • Gráfico
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RCM-05
Nombre:	Registrar el análisis del indicador
Descripción:	El sistema debe permitir el análisis del indicador, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Fecha de análisis • Análisis
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RCM-06
Nombre:	Crear reporte con el resultado de los indicadores
Descripción:	<p>El sistema debe permitir crear reporte del resultado de los indicadores, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Formula • Periodicidad • Existencia de datos • Método de registro • Nombre del encargado del registro de datos • Nombre del encargado del cálculo • Nombre del encargado del análisis • Nombre del encargado de la comunicación • Forma de representación gráfica • Fecha de cálculo • Resultado • Gráfico • Fecha de análisis • Análisis
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RCM-07
Nombre:	Clasificar conformidad del indicador
Descripción:	<p>El sistema debe clasificar conformidad del indicador, e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RCM-08
Nombre:	Crear reporte de conformidad de indicadores
Descripción:	<p>El sistema debe permitir crear reporte del resultado de los indicadores, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Formula • Periodicidad • Existencia de datos • Método de registro • Nombre del encargado del registro de datos • Nombre del encargado del cálculo • Nombre del encargado del análisis • Nombre del encargado de la comunicación • Forma de representación gráfica • Fecha de cálculo • Resultado • Gráfico • Fecha de análisis • Análisis • Umbrales • Clasificación de conformidad
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-09
Nombre:	Registrar la causa raíz
Descripción:	El sistema debe registrar la causa raíz del incumplimiento del indicador, e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad • Causa raíz
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-10
Nombre:	Registrar las acciones ejecutadas
Descripción:	El sistema debe registrar las acciones ejecutadas e indicar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad • Acciones ejecutadas
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-11
Nombre:	Registrar las acciones correctivas y preventivas
Descripción:	<p>El sistema debe registrar las acciones correctivas y preventivas e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad • Acciones correctivas • Fecha de aplicación de las acciones correctivas • Responsable de la aplicación de la acciones correctivas • Acciones preventivas • Fecha de aplicación de las acciones preventivas • Responsable de la aplicación de la acciones preventivas
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RCM-12
Nombre:	Registrar los resultados de las acciones correctivas y preventivas
Descripción:	<p>El sistema debe registrar las acciones correctivas y preventivas e indicar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad • Acciones correctivas • Fecha de aplicación de las acciones correctivas • Responsable de la aplicación de la acciones correctivas • Resultado de la aplicación de la acciones Correctivas • Acciones preventivas • Fecha de aplicación de las acciones preventivas • Responsable de la aplicación de la acciones preventivas • Resultado de la aplicación de la acciones preventivas
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	
Fecha	
28/05/2016	
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	
Fecha	
21/06/2016	

Versión:	1
ID:	RCM-13
Nombre:	Crear reporte de acciones
Descripción:	<p>El sistema debe permitir crear reporte de las acciones, e indicar los siguientes elementos según la selección del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Indicador • Resultado • Umbrales • Clasificación de conformidad • Acciones correctivas • Fecha de aplicación de las acciones correctivas • Responsable de la aplicación de las acciones • Resultado de la aplicación de las acciones • Acciones preventivas • Fecha de aplicación de las acciones preventivas • Responsable de la aplicación de las acciones • Resultado de la aplicación de las acciones • Causa raíz • Acciones ejecutadas
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Ingeniería de requerimientos no funcionales

Versión:	1
ID:	RNF-01
Nombre:	Idioma
Descripción:	El sistema debe mostrar cada una de sus interfaces en el idioma español.
Creado por	
Ana Zelmira y Jeffry	Fecha
	28/05/2016
Aprobado por	
Juan Gabriel Rodríguez	Fecha
	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-02
Nombre:	Contraseñas
Descripción:	Las contraseñas utilizadas en el sistema deben ser almacenadas cifradas al momento de almacenarse en los repositorios.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-03
Nombre:	Formato de fechas
Descripción:	El formato de las fechas debe ser dd/MM/yyyy, donde dd es día, MM es mes, yyyy es el año
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-04
Nombre:	Redondeo
Descripción:	El sistema debe redondear hacia el número mayor más próximo tomando en cuenta cero cifras significativas en los casos que sea necesario.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-05
Nombre:	Compatibilidad
Descripción:	El sistema debe ser compatible con las versiones de Microsoft Office 2007 (Office 12.0) Microsoft Office 2010 (Office 14.0) y de Microsoft Office 2013 (Office 15.0)
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-06
Nombre:	Compatibilidad
Descripción:	El sistema debe ser compatible con los sistemas operativos Windows XP disponibles para arquitectura de 32 y 64 bits, Windows Vista disponible para 32 y 64 bits, Windows 7 compatible para 64 bits, Windows 8 disponible para 32 y 64 bits
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-07
Nombre:	Mostrar hora y fecha
Descripción:	El sistema debe de mostrar la hora y fecha en cada una de las ventanas y módulos.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-08
Nombre:	Sistema amigable con el usuario
Descripción:	El sistema debe ser fácil de usar y amigable con el usuario, los botones deben ser sencillos, no se deben usar abreviaturas para los títulos, se debe de informar con colores fuertes a los usuarios de las decisiones importantes.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

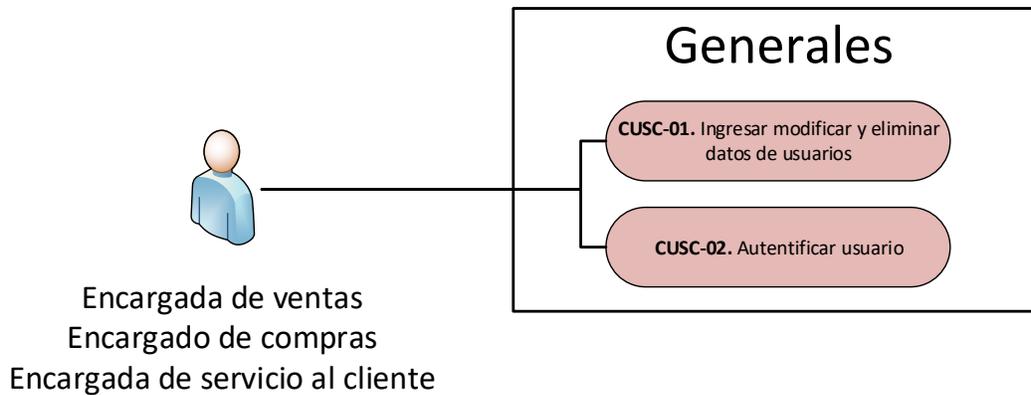
Versión:	1
ID:	RNF-09
Nombre:	Limitar ingreso a módulos
Descripción:	El sistema debe limitar el ingreso a ciertos módulos a los respectivos usuarios, según las características de su nombre de usuario y contraseña.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Versión:	1
ID:	RNF-10
Nombre:	Extensión de contraseña
Descripción:	El sistema debe de tener una contraseña con una extensión de 5 caracteres como mínimo y de 10 como máximo.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

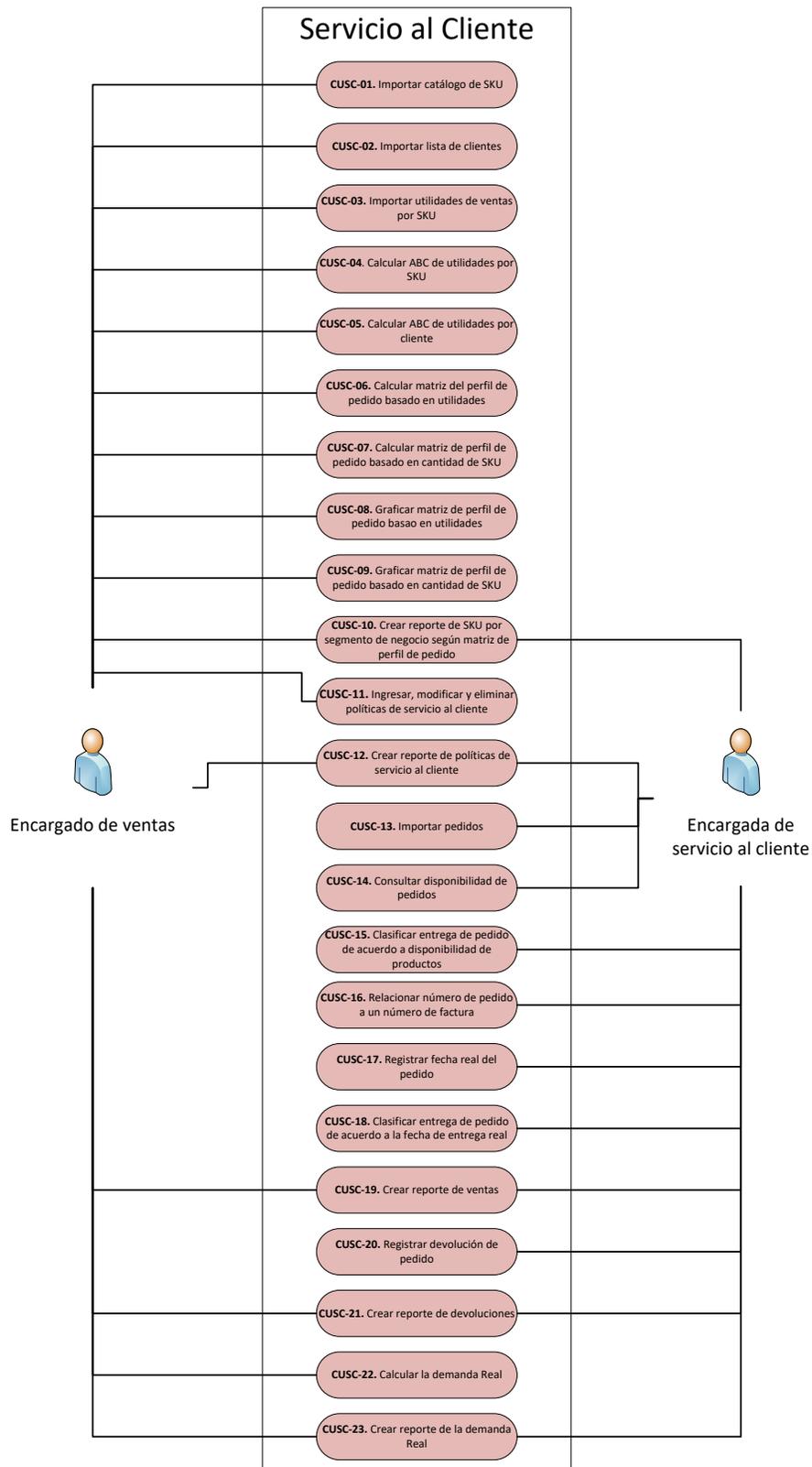
Versión:	1
ID:	RNF-11
Nombre:	Botón de salir
Descripción:	El sistema debe tener un botón de salir en cada una de las ventanas del sistema.
Creado por	Fecha
Ana Zelmira y Jeffry	28/05/2016
Aprobado por	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	21/06/2016

Apéndice 10. Casos de uso

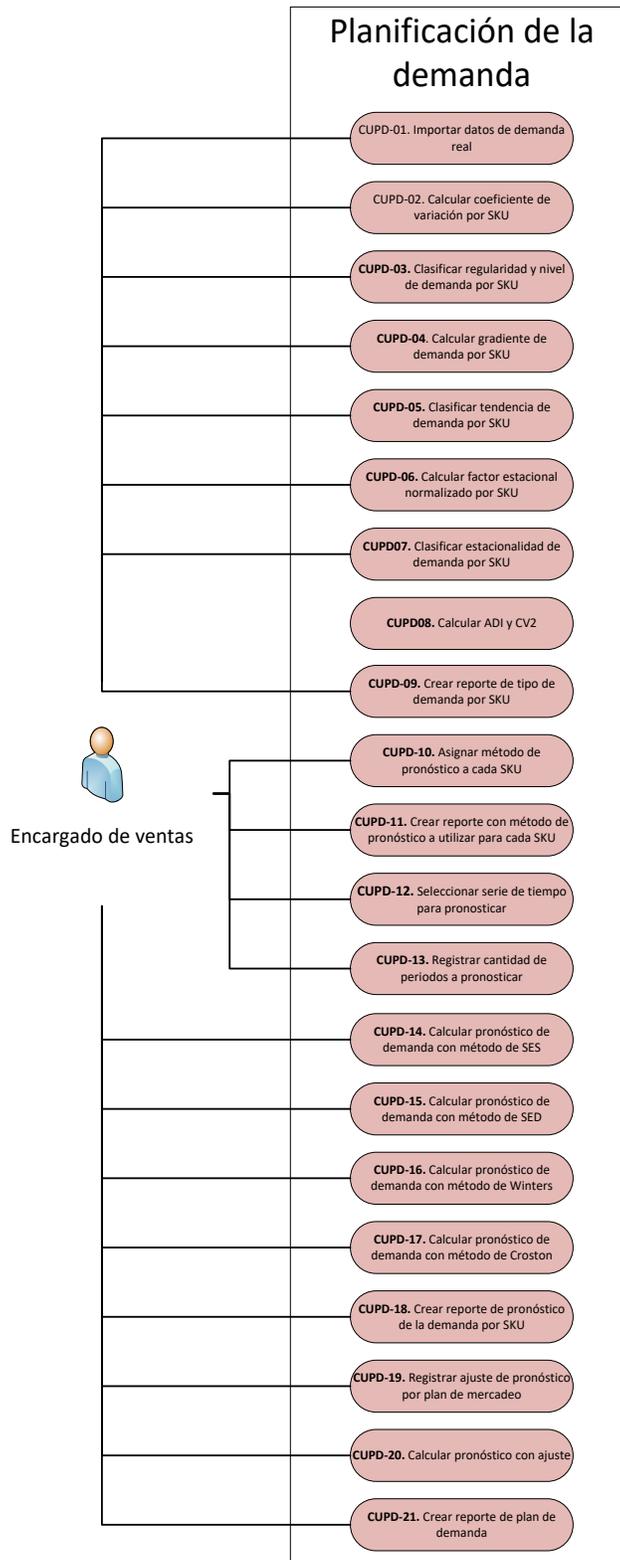
Casos de uso generales



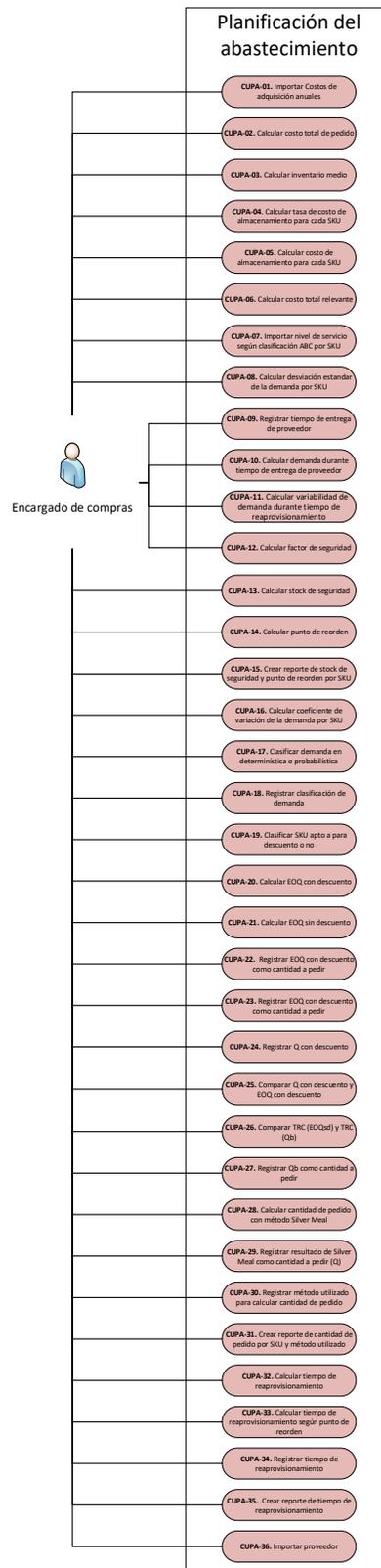
Casos de uso del proceso de Servicio al cliente



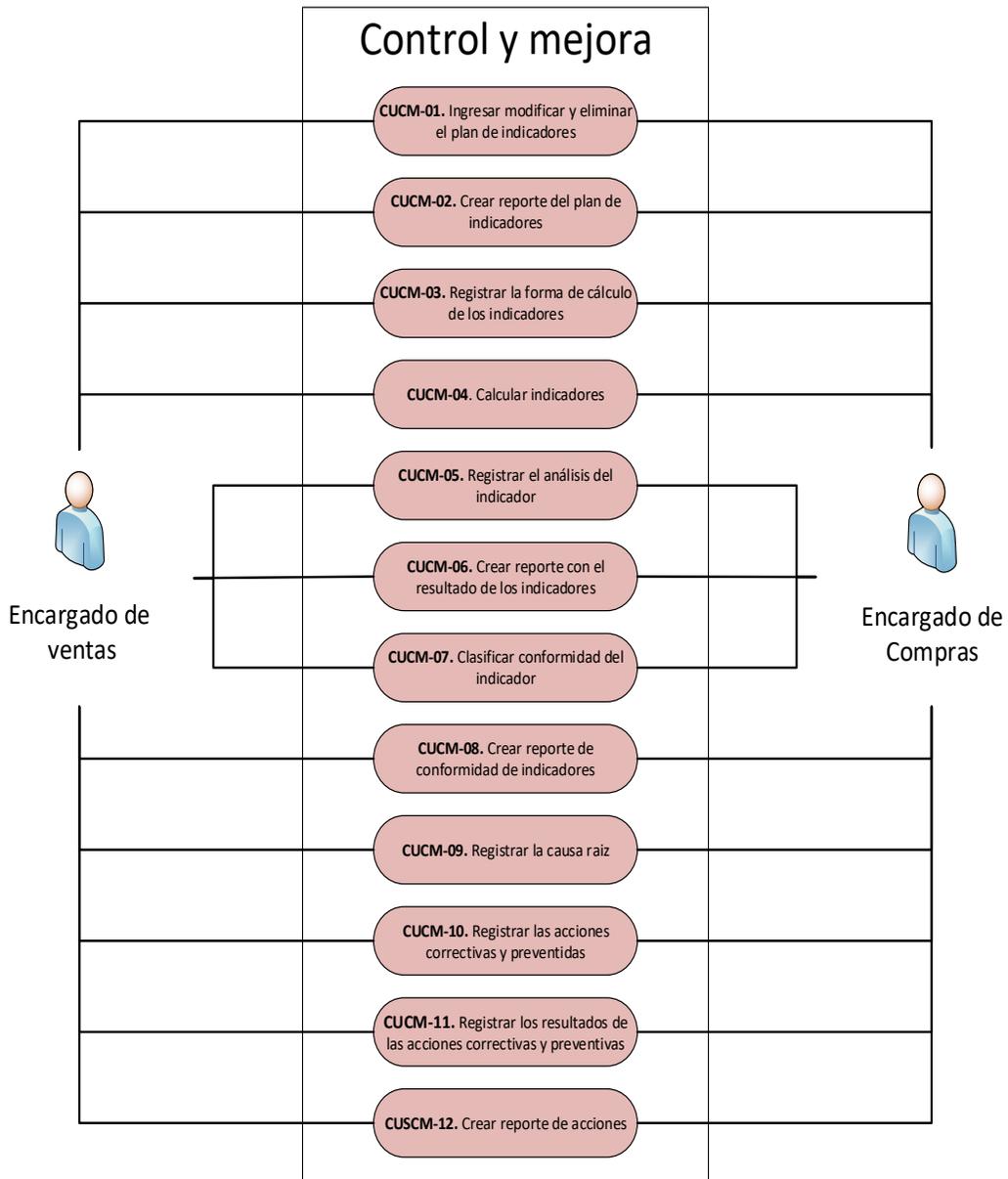
Casos de uso del proceso de Planificación de la demanda



Casos de uso del proceso de Planificación del abastecimiento



Casos de uso del proceso de Control y mejora



Apéndice 11. Fórmulas

Fórmulas de proceso de Servicio al cliente

ID :	FSC-01	Versión: 1
Caso de uso asociado:	CUSC-04	Nombre: Calcular ABC de utilidades por SKU
Requerimiento asociado:	RSC-04	
Fórmulas:		
$Utilidad = (Unidades \times Precio\ unitario) - (Unidades \times Costo\ unitario)$		
$Utilidad\ por\ SKU = Suma\ de\ utilidades\ por\ SKU$		
$\% \text{ relativo} = \frac{Utilidad\ total\ del\ SKU}{Total\ de\ utilidades}$		
$\% \text{ acumulado} = Utilidad\ de\ SKU\ (n) + Utilidad\ de\ SKU\ (n + 1)$		
Clasificación A = SKUs dentro del 80% del % acumulado		
Clasificación B = SKUs entre el 80% y el 95% del % acumulado		
Clasificación C = SKUs entre el 95% y el 100% del % acumulado		

ID :	FSC-02	Versión: 1
Caso de uso asociado:	CUSC-05	Nombre: Calcular ABC de utilidades por cliente
Requerimiento asociado:	RSC-05	
Fórmulas:		
$Utilidad = (Unidades \times Precio\ unitario) - (Unidades \times Costo\ unitario)$		
$Utilidad\ por\ cliente = Suma\ de\ utilidades\ por\ cliente$		
$\% \text{ relativo} = \frac{Utilidad\ total\ del\ cliente}{Total\ de\ utilidades}$		
$\% \text{ acumulado} = Utilidad\ del\ cliente\ (n) + Utilidad\ del\ cliente\ (n + 1)$		
Clasificación A = Clientes dentro del 80% del % acumulado		
Clasificación B = Clientes entre el 80% y el 95% del % acumulado		
Clasificación C = Clientes entre el 95% y el 100% del % acumulado		

ID :	FSC-03	Versión: 1
Caso de uso asociado:	CUSC-06	Nombre: Calcular matriz de perfil de pedido basado en utilidades
Requerimiento asociado:	RSC-06	

Fórmulas:

Utilidades AA = Suma de utilidades de SKUs A que compran clientes A

Utilidades AB = Suma de utilidades de SKUs B que compran clientes A

Utilidades AC = Suma de utilidades de SKUs C que compran clientes A

Utilidades BA = Suma de utilidades de SKUs A que compran clientes B

Utilidades BB = Suma de utilidades de SKUs B que compran clientes B

Utilidades BC = Suma de utilidades de SKUs C que compran clientes B

Utilidades CA = Suma de utilidades de SKUs A que compran clientes C

Utilidades CB = Suma de utilidades de SKUs B que compran clientes C

Utilidades CC = Suma de utilidades de SKUs C que compran clientes C

ID :	FSC-04	Versión: 1
Caso de uso asociado:	CUSC-07	Nombre: Calcular matriz de perfil de pedido basado en cantidad de SKUs
Requerimiento asociado:	RSC-07	

Fórmulas:

SKUs AA = Suma de SKUs A que compran clientes A

SKUs AB = Suma de SKUs B que compran clientes A

SKUs AC = Suma de SKUs C que compran clientes A

SKUs BA = Suma de SKUs A que compran clientes B

SKUs BB = Suma de SKUs B que compran clientes B

SKUs BC = Suma de SKUs C que compran clientes B

SKUs CA = Suma de SKUs A que compran clientes C

SKUs CB = Suma de SKUs B que compran clientes C

SKUs CC = Suma de SKUs C que compran clientes C

ID :	FSC-05	Versión: 1
Caso de uso asociado:	CUSC-22	Nombre: Calcular la demanda real
Requerimiento asociado:	RSC-22	

Fórmulas:

Demanda real = Ventas a tiempo + Ventas tardías – Devoluciones

Fórmulas de proceso de Planificación de la demanda

ID :	FPD-01	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-02	Nombre:	Calcular coeficiente de variación de la demanda por SKU
Requerimiento asociado:	RPD-02		
Fórmulas:			
$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ $\text{Desviación estándar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$ $\text{Coeficiente de variación}(CV) = \frac{\text{Desviación estándar } (\sigma)}{\text{Media } (\bar{x})}$			

ID :	FPD-02	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-04	Nombre:	Calcular gradiente de la demanda por SKU
Requerimiento asociado:	RPD-04		
Fórmulas:			
$\text{Gradiente} = G = \frac{a}{1-a} (\bar{d}_t - \bar{d}_t^{(2)})$ $\text{Promedio móvil: } \bar{d}_{t,6} \quad \bar{d}_t = a\bar{d}_t + (1-a)\bar{d}_{t-1} \quad \bar{d}_t^{(2)} = a\bar{d}_t + (1-a)\bar{d}_{t-1}^{(2)}$			

ID :	FPD-03	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-06	Nombre:	Calcular factor estacional normalizado por SKU
Requerimiento asociado:	RPD-06		
Fórmulas:			
$\text{Factor estacional normalizado} = \frac{\sum \text{Factores estacionales de mes } X \text{ en período analizado}}{\text{Cantidad de datos del mes } X \text{ en período analizado}}$ $\text{Factor estacional} = F_t = \frac{X_t}{PMC} \quad \text{Ventas} = X_t$ $\text{Promedio móvil centrado} = PMC = \frac{\sum_{p=-1}^{p=1} X_{t-p}}{3}$			

ID :	FPD-04	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-08	Nombre:	Calcular ADI (Average Demand Interval) y CVZ (Coeficiente de variación al cuadrado)
Requerimiento asociado:	RPD-09		

Fórmulas:

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Desviación estándar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\text{Coeficiente de variación al cuadrado (CV}^2) = \left(\frac{\text{Desviación estándar } (\sigma)}{\text{Media } (\bar{x})} \right)^2$$

$$\text{ADI} = \frac{\text{Períodos con demanda con valor cero}}{\text{Períodos con demanda con valor distinto de cero}}$$

ID :	FPD-05	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-14	Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Suavización Exponencial Simple (SES)
Requerimiento asociado:	RPD-14		

Fórmulas:

$$\text{Pronóstico al final del período } t = \bar{d}_t = \hat{d}_{t+1} = a d_t + (1 - a) d_{t-1}$$

$d_t =$ Demanda actual durante el período t

ID :	FPD-06	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-15	Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Suavización Exponencial Doble (SED)
Requerimiento asociado:	RPD-15		

Fórmulas:

$$\text{Pronóstico de } j \text{ períodos desde tiempo } t = \bar{d}_{t+j} = \bar{d} + G_j$$

$$\text{Intersección de la recta con eje } y = \bar{d} = 2\bar{d}_t - \bar{d}_t^{(2)}$$

$$\text{Pronóstico con suavización exponencial doble} = \bar{d}_t^{(2)} = a \bar{d}_t + (1 - a) \bar{d}_{t-1}^{(2)}$$

$d_t =$ Demanda actual durante el período t

$$\text{Pendiente de la línea de tendencia} = G = \frac{a}{1 - \beta} (\bar{d}_t - \bar{d}_t^{(2)})$$

$a =$ Constante de suavizamiento para el nivel

ID :	FPD-07	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-10	Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Winters
Requerimiento asociado:	RPD-16		

Fórmulas:

Pronóstico de j periodos desde tiempo $t = \hat{d}_{t+j} = [\hat{d}_t + j\hat{G}_t] + F_{t+j-N}$

Nivel desestacionalizado al final del periodo $t = \hat{d}_t = \alpha \left[\frac{d_t}{F_{t-N}} \right] + (1 - \alpha) [\hat{d}_{t-1} + \hat{G}_{t-1}]$

Factor de tendencia por periodo $= \hat{G}_t = c [\hat{d}_t - \hat{d}_{t-1}] + (1 - c) \hat{G}_{t-1}$

Factor estacional multiplicativo $= F_t = b \left[\frac{d_t}{\hat{d}_t} \right] + (1 - b) F_{t-N}$

α = Constante de suavizamiento para el nivel

b = Constante de suavizamiento para la estacionalidad

c = Constante de suavizamiento para la tendencia

d_t = Demanda actual durante el periodo t

N = número de periodos seleccionados para calcular el pronóstico

ID :	FPD-08	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-17	Nombre:	Calcular pronóstico de demanda con método de Croston
Requerimiento asociado:	RPD-17		

Fórmulas:

Pronóstico de n periodos $= \frac{\hat{X}_t}{n_c}$

n_c = Periodos desde la última demanda del producto

Valor de n al final del periodo $t = \hat{n}_t = \alpha n_t + (1 - \alpha) \hat{n}_{t-1}$

Promedio de la demanda al final del periodo $t = \hat{X}_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) \hat{X}_{t-1}$

Demanda en el periodo $t = X_t = Y_t \hat{X}_t$

$Y_t = \begin{cases} 1 & \text{si existe demanda} \\ 0 & \text{si no existe demanda} \end{cases}$

α = Constante de suavizamiento para el nivel

ID :	FPD-09	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPD-20	Nombre:	Calcular pronóstico con ajuste
Requerimiento asociado:	RPD-20		
Fórmulas:			
<i>Pronóstico con ajuste = Pronóstico + ajuste de pronóstico</i>			

Fórmulas de proceso de Planificación del abastecimiento

ID :	FPA-01	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-02	Nombre:	Calcular costo total de pedido
Requerimiento asociado:	RPA-02		
Fórmulas:			
<i>Costo Total de Pedido = Costo de pedido (A) * Cantidad de pedidos en el año</i>			
<i>Costo de pedido (A) = Costo de teléfono del EC + Salario del EC + Salario del ER</i> <i>+ Costo de domicilio (alro.com) + Costo de transporte</i>			
<i>EC = Encargada de Comprar ER = Encargada de Recibo</i>			

ID :	FPA-02	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-03	Nombre:	Calcular inventario medio
Requerimiento asociado:	RPA-03		
Fórmulas:			
<i>Inventario medio (I) = $\frac{\text{Cantidad que se pide cada vez (Q)}}{2}$</i>			

ID :	FPA-03	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-05	Nombre:	Calcular costos de almacenamiento
Requerimiento asociado:	RPA-05		
Fórmulas:			
<i>Costos de almacenamiento =</i>			
<i>Seguro de mercadería + Mano de obra bodega</i>			
<i>+ Mermas por caducidad, robo o deterioro</i>			
<i>+ Costos de administración de bodega</i>			
<i>+ Costos por servicios públicos, combustible, lubricantes</i>			
<i>+ Depreciación</i>			

ID :	FPA-04	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-06	Nombre:	Calcular tasa de costo de almacenamiento
Requerimiento asociado:	RPA-06		

Fórmulas:

Tasa de costo de almacenamiento (r) =
 Tasa interna de retorno (TIR, costo de oportunidad)
 + Tasa de seguro de mercadería + Tasa de costo de obra bodega
 + Tasa de merma por caducidad, robo o deterioro
 + Tasa de costos de administración de bodega
 + Tasa de costos por servicios públicos, combustible, lubricantes
 + Tasa de depreciación

ID :	FPA-05	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-07	Nombre:	Calcular costo total relevante para cada SKU
Requerimiento asociado:	RPA-07		

Fórmulas:

Costo total relevante (TRC) = $I * r * v$
 I = Inventario medio
 r = Tasa de costo de almacenamiento
 v = Costo unitario

ID :	FPA-06	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-09	Nombre:	Calcular desviación estándar del error de pronóstico MAD por SKU
Requerimiento asociado:	RPA-09		

Fórmulas:

$$\text{Desviación estándar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

ID :	FPA-07	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-12	Nombre:	Calcular variabilidad de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento
Requerimiento asociado:	RPA-12		

Fórmulas:

Variabilidad de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento (σ_L) = $\sqrt{L} * \sigma$

Desviación estándar del error de pronóstico en un período (σ) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$

Media (\bar{x}) = $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

L = Tiempo de reaprovisionamiento

ID :	FPA-08	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-13	Nombre:	Calcular factor de seguridad
Requerimiento asociado:	RPA-13		

Fórmulas:

Nivel de servicio	Factor de seguridad (k)
90%	1,28
95%	1,64
97%	1,88
99%	2,33
99,9%	3,09

ID :	FPA-09	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-14	Nombre:	Calcular stock de seguridad
Requerimiento asociado:	RPA-14		

Fórmulas:

Stock de seguridad (ss) = $\sigma_L * k$

σ_L = Variabilidad de demanda durante tiempo de reaprovisionamiento

σ_L = D (anual) * L (expresado en años)

k = Factor de seguridad

ID :	FPA-10	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-15	Nombre:	Calcular punto de reorden
Requerimiento asociado:	RPA-15		
Fórmulas:			
$Punto\ de\ reorden\ (s) = X_L + ss$			
$X_L = Demanda\ durante\ tiempo\ de\ reaprovisionamiento$			
$ss = Stock\ de\ seguridad$			

ID :	FPA-11	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-17	Nombre:	Calcular coeficiente de variación de la demanda por SKU
Requerimiento asociado:	RPA-17		
Fórmulas:			
$Media\ (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$			
$Desviación\ estándar\ (s) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$			
$Coefficiente\ de\ variación(CV) = \frac{Desviación\ estándar\ (s)}{Media\ (\bar{x})}$			

ID :	FPA-12	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-21	Nombre:	Calcular EOQ con descuento
Requerimiento asociado:	RPA-21		
Fórmulas:			
$Cantidad\ Económica\ de\ Pedido\ (EOQ) = \sqrt{\frac{2AD}{vr}}$			
$A = Costo\ de\ pedido$			
$D = Demanda\ anual \quad v = Costo\ unitario$			
$r = Tasa\ de\ costo\ de\ almacenamiento$			

ID :	FPA-13	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-22	Nombre:	Calcular EOQ sin descuento
Requerimiento asociado:	RPA-22		

Fórmulas:

$$\text{Cantidad Económica de Pedido (EOQ)} = \sqrt{\frac{2AD}{vr}}$$

A = Costo de pedido

D = Demanda anual v = Costo unitario

r = Tasa de costo de almacenamiento

ID :	FPA-14	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-27	Nombre:	Calcular TRC(EOQ)
Requerimiento asociado:	RPA-27		

Fórmulas:

$$TRC(EOQ) = \sqrt{2ADvr}$$

A = Costo de pedido

D = Demanda anual v = Costo unitario

r = Tasa de costo de almacenamiento

ID :	FPA-15	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-30	Nombre:	Calcular cantidad de pedido con método Silver Meal
Requerimiento asociado:	RPA-30		

Fórmulas:

$$\text{TIC por unidad de tiempo} = \text{TICUT}(T) = \frac{\text{TIC}(T)}{T} = \frac{A + \text{Costo de tenencia}}{T}$$

$$\text{Si } T = 1, \quad \text{TICUT}(1) = A$$

$$T = 2, \quad \text{TICUT}(2) = \frac{(A + D_{(2)}\tau)}{2}$$

$$T = 3, \quad \text{TICUT}(3) = \frac{(A + D_{(2)}\tau + D_{(3)}\tau)}{3}$$

El proceso se repite hasta que el TICUT del siguiente período es mayor que el actual

$$\text{TICUT}(T + 1) > \text{TICUT}(T)$$

La cantidad que se debe pedir es la suficiente para cubrir hasta el período anterior al que se empieza a incrementar el TICUT.

$$Q = \sum_{j=1}^T D_j, \text{ con } T \text{ entero}$$

ID :	FPA-16	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-34	Nombre:	Calcular tiempo de reaprovisionamiento según EOQ (TEOQ)
Requerimiento asociado:	RPA-34		

Fórmulas:

$$\text{Tiempo de reaprovisionamiento según EOQ} = T_{EOQ} = \frac{EOQ}{D}$$

EOQ = Cantidad económica de pedido

D = Demanda anual

Cuando se expresa en meses:

$$T_{EOQ} = \frac{EOQ}{\left(\frac{D}{12}\right)}$$

ID :	FPA-16	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUPA-35	Nombre:	Calcular tiempo de reaprovisionamiento según punto de reorden
Requerimiento asociado:	RPA-35		

Fórmulas:

Se debe pedir Q cada vez que el inventario llega al punto de reorden (s)

Punto de reorden (s) = $X_L + ss$

Cantidad de pedido con método Silver Meal = $Q = \sum_{j=1}^T D(j)$, con T entero

Fórmulas de proceso de Control y mejora

ID :	FCM-01	Versión:	1
Caso de uso asociado:	CUCM-03	Nombre:	Registrar la forma de cálculo de los indicadores
Requerimiento asociado:	RCM-03		

Fórmulas:

$$\text{Índice de órdenes entregados tarde (Backorders)} = \frac{\text{Cantidad de órdenes tardías}}{\text{Total de órdenes requeridos}}$$

$$\text{Índice de ventas perdidas} = \frac{\text{Ventas perdidas}}{\text{Total de ventas}} \quad \text{Nivel de servicio por línea} = \frac{\text{Línea de órdenes completadas}}{\text{Total de órdenes requeridos}}$$

$$\text{Nivel de servicio por orden} = \frac{\text{Órdenes entregados a tiempo}}{\text{Total de órdenes requeridos}} \quad \text{Índice de rotación} = \frac{\text{Ventas anuales}}{\text{Inventario promedio}}$$

$$\text{Nivel de servicio por unidad} = \frac{\text{Unidades completadas}}{\text{Total de unidades requeridas}}$$

$$\text{Índice de devoluciones} = \frac{\text{Suma de unidades devueltas}}{\text{Total de unidades vendidas}} \quad \text{Días de inventario} = \frac{\text{Inventario actual}}{\text{Consumo diario promedio}}$$

$$\text{MAPE}_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{F_t - D_t}{D_t} \right| \cdot 100}{n} \quad \text{MAD}_n = \frac{\sum_{t=1}^n (F_t - D_t) \cdot 100}{n}$$

$$\text{Señal de rastreo} = TS_n = \frac{\sum_{t=1}^n F_t - D_t}{\text{MAD}_n} \quad \text{Inversión de inventario promedio} = \frac{\text{Ventas anuales proyectadas}}{\text{Índice de rotación Anualizado}}$$

*Índice de inventario con riesgo determinado y elevados de excedentes:
Ver sección 3.1.3.1. Matriz de riesgos de excedentes y faltantes de inventario*

Apéndice 12. Costo de inventario con riesgo de faltantes y excedentes

Costo de inventario con riesgo de faltantes							
Riesgo		Escenario 1. ALRO 508 SKUs		Escenario 2. ACSI con CC 508 SKUs		Escenario 3. ACSI sin CC 323 SKUs	
Intermedio	BA	1.8%	₺ 1,402,767.37	2.7%	₺ 2,567,989.94	3.3%	₺ 4,151,647.26
Elevado	CA	0.4%	₺ 281,569.09	0.02%	₺ 18,520.88	0.01%	₺ 18,520.88
Intermedio	CB	1.2%	₺ 929,144.66	0.8%	₺ 785,601.77	0.4%	₺ 445,501.57
TOTAL		3.31%	₺ 2,613,481.11	3.61%	₺ 3,372,112.60	3.71%	₺ 4,615,669.71

Costo de inventario con riesgo de excedentes							
Riesgo		Escenario 1. ALRO 508 SKUs		Escenario 2. ACSI con CC 508 SKUs		Escenario 3. ACSI sin CC 323 SKUs	
Intermedio	AB	15.9%	₺ 12,510,694.30	4.8%	₺ 4,441,437.41	3.6%	₺ 4,441,437.41
Elevado	AC	30.8%	₺ 24,288,292.13	5.8%	₺ 5,400,136.38	0.2%	₺ 202,289.77
Intermedio	BC	10.2%	₺ 8,084,322.37	3.9%	₺ 3,686,113.79	1.6%	₺ 1,978,372.36
TOTAL		56.9%	₺ 44,883,308.80	14.5%	₺ 13,527,687.58	5.3%	₺ 6,622,099.54

Apéndice 13. Encuesta de aprobación de modelo conceptual y procedimientos propuestos

Esta encuesta tiene como objetivo determinar la aprobación por parte de los involucrados con la cadena de suministro interna de la empresa ALRO del modelo conceptual y los procedimientos propuestos en la etapa de Diseño del proyecto. A continuación se presentan 7 preguntas de opción múltiple, por favor marque con una X la opción que represente su opinión ante la pregunta realizada.

Las opciones se detallan a continuación:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Pregunta	1	2	3	4	5
1. El modelo ACSI se adapta a la situación de la empresa ALRO.					
2. El rediseño de los procedimientos es viable de implementar con la herramienta diseñada.					
3. Los procedimientos cumplen con las necesidades de los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente.					
4. El sistema de documentación de los procedimientos es fácil de comprender.					
5. La aplicación de los procedimientos permite llevar a cabo las actividades de los involucrados de una manera más acertada.					
6. El cuarto proceso de Control y Mejora aporta valor en las decisiones tomadas con relación a los procesos de Planificación de la demanda, Planificación del abastecimiento y Servicio al cliente.					
7. La aplicación de los procedimientos permite mejorar el aprovechamiento de los recursos en ALRO, de manera que se logra obtener una mayor liquidez y un mayor ahorro de dinero.					

¡Muchas gracias por su colaboración!