

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACION DE UNA MEJORA EN EL
PROCESO DE PRONÓSTICO DE
MATERIALES EN EL ALMACÉN DE
SUMINISTROS DE RECOPE S.A. DURANTE
EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2019

Sustentante:

Carlos Corrales López

TUTOR:

Miguel Mc Calla Vaz

Agosto, 2019

Cartas de aprobación

Declaración jurada

Yo Carlos Corrales López, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 110160644 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Implementación de una mejora en el proceso de pronóstico de materiales en el Almacén de suministros de RECOPE S.A. durante el primer semestre del año 2019, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 16 días del mes de agosto del año dos mil diecinueve.

CARLOS
CORRALES
LOPEZ
(FIRMA)



Firmado digitalmente por
CARLOS CORRALES
LOPEZ (FIRMA)
Fecha: 2019.09.02
19:02:53 -06'00'

Firma del estudiante

Cédula 10160644

CARTA DEL TUTOR

San José, 16 de Agosto del 2019

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Carlos Corrales López, cédula de identidad número 1-1016-644, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Implementación de una mejora en el proceso de pronóstico de materiales en el Almacén de suministros de RECOPE S.A. durante el primer semestre del año 2019", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		95

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


Miguel MC Calla Vaz CFIA IPI-27600
Cédula 7-137-195

CARTA DE LECTOR

San José, 09 de Octubre de 2019

Universidad Hispanoamericana

Sede Heredia

Facultad de Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante Carlos Corrales López, cédula de identidad 1-1016-644 me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEJORA EN EL PROCESO DE PRONÓSTICOS DE MATERIALES EN EL ALMACÉN DE SUMINISTROS DE RECOPE S.A DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2019”*, el cual ha elaborado para obtener su grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma: OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2019.10.09 10:34:03 -06'00'

Nombre: Óscar Alberto Chavarría Calderón

Cédula: 109650295

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 11 de noviembre 2019

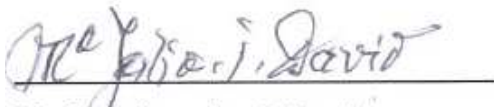
Señores,

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estimados señores,

Sirva la presente para saludarles y confirmar que en mi calidad de Licenciada en Filología he realizado la revisión de la ortografía, estilo y presentación del proyecto final de graduación **IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEJORA EN EL PROCESO DE PRONÓSTICO DE MATERIALES EN EL ALMACÉN DE SUMINISTROS DE RECOPE S.A. DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2019** elaborado por Carlos Corrales López para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial y puedo dar fe del correcto español que contiene.



María Iuliana Iosif David

Cédula 8-082-278

Carné 2208

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, Jueves 9 de Enero, 2020

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Carlos Corrales López con número de identificación 1-1016-644 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Implementación de una mejora en el proceso de pronóstico de materiales en el Almacén de Suministros de RECOPE S.A. durante el primer semestre del año 2019" presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Firmado digitalmente por CARLOS
CORRALES LOPEZ (FIRMA)
Motivo: Estoy de acuerdo con las
condiciones definidas estampando
mi firma en este documento
Fecha: 2020.01.09 17:55:29 -06'00'

Firma y Documento de Identidad

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado en primer lugar a Dios quien sólo por su gracia y misericordia me dio las fuerzas, el tiempo y la determinación para lograr este objetivo tan importante.

Por otra parte, doy esto en dedicatoria a mi hijo Sebastián Corrales Arias, quien es el motor en mi vida y para el cual lucho todos los días para ser un mejor ejemplo y al resto de mi familia que me ha apoyado y colaborado en todo este camino.

Agradecimientos

Brindo mi más profundo agradecimiento al Departamento de Administración de Almacenes de RECOPE S.A. por permitirme realizar este proyecto en sus instalaciones y los todos los compañeros de ese lugar a quienes de alguna manera colaboraron para que este proyecto pudiera llegar a su final.

Agradezco a las personas y amigos que me han ayudado y brindado apoyo para que alcanzara este objetivo que estoy logrando.

Además de lo anterior, deseo agradecer en gran manera a mi tutor, el Ing. Miguel Mc Calla Vaz, por toda su ayuda, paciencia, confianza y profesionalismo ya que su guía fue muy importante para la culminación de este proyecto.

Índice

Cartas de aprobación.....	ii
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	viii
Índice	ix
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Descripción general del proyecto.....	4
1.2 Descripción breve de la empresa	6
1.2.1 Generalidades.....	6
1.2.2 Organigrama	13
1.2.3 Ubicación geográfica de la empresa.....	14
1.2.4 Aspectos estratégicos de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.....	15
1.3 Planteamiento del problema	15
1.3.1 Descripción del problema	16
1.3.2 Justificación.....	17
1.4 Objetivo general	19
1.4.1 Objetivos específicos	19
1.5 Alcances y limitaciones	20
1.5.1 Alcances	20
1.5.2 Limitaciones	21
CAPITULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	23
2.1 Ingeniería Industrial.....	23
2.1.1 Logística	23
2.1.2 Almacenamiento.....	24
2.1.3 Ley de Contratación Administrativa	25
2.1.4 Abastecimiento.....	26
2.1.5 Inventario.....	28
2.1.6 Nivel de servicio.....	29
2.1.7 Planificación.....	30
2.1.8 Desempeño.....	31

2.1.9	Métodos de pronósticos de la demanda	32
2.1.10	Error de pronóstico de la demanda	35
2.1.11	Ingeniería del tamaño del pedido.....	37
2.1.12	Gestión de inventarios.....	38
2.1.13	Calidad y mejora continua	39
2.1.14	Sistema de Gestión	39
2.1.15	Justo a Tiempo.....	40
2.1.16	Cadena de Suministro.....	41
2.1.17	Inventarios.....	42
2.1.18	Índice de Rotación	44
2.1.19	Punto de reorden del inventario	45
2.1.20	Stock de seguridad.....	45
2.1.21	Indicadores de Gestión	46
2.2	Ingeniería económica	46
2.2.1	Medidas de valor económicas	47
2.3	MARCO CONCEPTUAL DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	49
2.3.1	Six Sigma	49
2.3.2	Metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).....	49
2.3.3	Clasificación ABC	54
2.3.4	Diagrama de Ishikawa.....	54
2.3.5	Diagrama S.I.P.O.C.....	56
2.4	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	57
2.5	ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.....	58
3	CAPITULO III.....	60
	MARCO METODOLOGICO.....	60
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	61
3.1.1	Enfoque cuantitativo	61
3.1.2	Enfoque cualitativo.....	61
3.1.3	Sujeto de la investigación	62
3.1.4	Población o Universo	62
3.1.5	Muestra.....	62
3.1.6	Fuentes de información.....	62
3.1.7	Definir.	63
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICION Y EL RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	64

3.2.1	Medir	64
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO.....	65
3.3.1	Analizar	65
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	66
3.4.1	Mejorar	66
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACION, ASEGURAMIENTO Y CONTROL.....	67
3.5.1	Controlar	67
4	CAPITULO IV.....	70
	LÍNEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS	70
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	74
4.2	ANALISIS DEL PROCESO DE PLANIFICACION DE MATERIALES	75
4.2.1	Mapeo del proceso: Diagrama de Flujo General	76
4.3	DIAGRAMA SIPOC.....	79
4.4	CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS MATERIALES.....	81
4.5	ANALISIS DE LA DEMANDA DE ARTÍCULOS SEPARADOS POR CADA FAMILIA DEL ALMACÉN.....	83
4.6	DELIMITACION DEL GRUPO DE ARTICULOS PARA EL ANALISIS DE PRONÓSTICOS	84
4.6.1	Índice de rotación para cada una de las familias de artículos.....	84
4.6.2	Compras realizadas por el método de Caja Chica	86
4.6.3	Afectación de las compras por Caja Chica en el Índice de Rotación de la Familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes.	87
4.7	ANALISIS DE LA FAMILIA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y UNIFORMES.....	89
4.7.1	Determinación de los artículos que cuentan con una mayor inversión (precio)	89
4.7.2	Errores de pronóstico para cada material delimitado en la familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes.....	93
4.8	ANALISIS CUALITATIVO DE LA DEMANDA PARA EL GRUPO DE UNIFORMES Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.....	101
4.8.1	Demandas erráticas o intermitentes:.....	101
4.8.2	Estacionalidad:.....	103
4.8.3	Tendencia.....	104
4.8.4	Nivel	108
4.9	ERROR EN EL PUNTO DE REORDEN	109
4.9.1	Pedidos de traslados entre centros	110
4.9.2	Requisiciones de artículos con órdenes de trabajo asignadas	111
4.9.3	Análisis comparativo entre el punto de reorden y el cálculo manual de consumos.....	112
4.10	ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS	116

4.12	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	118
4.13	HERRAMIENTA DE ANALISIS MULTIVOTO	122
4.14	LOS CINCO ¿POR QUÉ?	123
4.15	CONCLUSIONES DEL CAPITULO	126
5	CAPITULO V.....	129
	DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCIÓN	129
5.1	PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES	130
5.2	IMPLEMENTACION DE LAS PROPUESTAS	131
5.2.1	Herramienta de Calculadora de Pronóstico.	132
5.2.2	Estandarización de los métodos de trabajo para los técnicos del almacén.	138
5.2.3	Implementación de Indicadores para el cálculo de la exactitud del pronóstico	146
5.3	BENEFICIOS DE LA IMPLENTACION.....	148
5.3.1	Monto en Colones por pedidos realizados con el método actual de pronóstico.....	148
5.3.2	Monto en Colones por pronósticos realizados mediante el uso de la herramienta calculadora 150	
5.3.3	Demanda real en el periodo delimitado.....	153
5.4	RESULTADOS GENEREALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA CALCULADORA.....	154
5.4.1	Diagrama de flujo luego de la implementación de la mejora.....	157
5.5	ANALISIS COSTO – BENEFICIO DEL PROYECTO	159
5.5.1	Evaluación financiera del proyecto.....	160
5.5.2	Flujo de efectivo proyectado	160
5.5.3	Criterios de viabilidad económica.....	161
6	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES	163
6.1	Conclusiones generales	164
6.2	Recomendaciones	165
	BIBLIOGRAFÍA	167
	APÉNDICES.....	171
	ANEXOS.....	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de Herramienta DMAIC	
Tabla 2 Herramientas para la definición	63
Tabla 3 Herramientas de medición.....	65
Tabla 4 Herramientas de medición.....	66
Tabla 5. Metodología general del proyecto.....	68
Tabla 6 Metodología general del proyecto.....	69
Tabla 7 Herramientas de uso en la fase de definición.	71
Tabla 8 Herramientas de uso en la fase de medición.....	71
Tabla 9 Herramientas de uso en la fase de Análisis.....	72
Tabla 10 Clasificación de materiales por familia.....	81
Tabla 11. Clasificación de materiales por familia.....	82
Tabla 12. Índice de rotación para cada una de las familias de artículos, período 2018.	84
Tabla 13. Porcentaje de participación y frecuencia acumulada de las compras por caja chica.....	86
Tabla 14. Índice de Rotación tomando en cuenta las compras realizadas por caja chica.....	87
Tabla 15. Índice de Rotación sin tomar en cuenta las compras realizadas por caja chica.	88
Tabla 16. Cantidad de artículos que componen la familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes.....	89
Tabla 17. Clasificación de materiales en zonas A, B y C según su valor económico.....	90
Tabla 18. Botas para Mordedura de Serpiente y sus distintas tallas.....	91
Tabla 19. Materiales delimitados para el proyecto.....	92
Tabla 20. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a camisas talla XL.....	93
Tabla 21. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a camisas talla XXL.....	94
Tabla 22 Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a la Mascarilla Reutilizable doble filtro CC	94
Tabla 23. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a protectores auditivos	94
Tabla 24. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a mascarillas faciales	95
Tabla 25. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 39	95
Tabla 26. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 40	96
Tabla 27. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 41	96
Tabla 28. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 42	96
Tabla 29. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 43	97
Tabla 30. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 44	97
Tabla 31. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 3597	
Tabla 32. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 3698	
Tabla 33. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 3798	
Tabla 34. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 3898	
Tabla 35. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 3799	
Tabla 36. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 41.....	99
Tabla 37. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 43.....	99

Tabla 38. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 44.....	100
Tabla 39. Monto en Colones correspondiente a materiales obsoletos en la Familia de Equipo de Protección Personal	101
Tabla 40. Cantidades enviadas al centro 7000 por medio de traslados, para el año 2018.	111
Tabla 41. Unidades de medidas y cantidades que el punto de reorden del SAP no toma en cuenta.	112
Tabla 42. Cuadro comparativo de consumos julio, agosto y septiembre 2018.....	112
Tabla 43. Cuadro comparativo de consumos octubre, noviembre y diciembre 2018	114
Tabla 44. Cuadro comparativo entre el punto de reorden y demanda real	115
Tabla 45. Matriz de influencia e interés en el proyecto.	118
Tabla 46. Herramienta de Análisis Multivoto	123
Tabla 47. Resumen de las propuestas	131
Tabla 48. Errores por categoría.....	136
Tabla 49. Ficha de planificación de necesidades	139
Tabla 50. Ficha para el proceso de abastecimiento.....	140
Tabla 51. Tabla de indicadores.	147
Tabla 52. Consumo para el periodo determinado.....	149
Tabla 53. Cálculo de pronósticos estimados con Herramienta Calculadora	152
Tabla 54. Demanda real de Enero 2018 a Marzo 2019	153
Tabla 55. Comparación pronósticos método actual versus demanda real.....	155
Tabla 56. Comparación Herramienta Calculadora vs demanda real.....	155
Tabla 57. Comparación Herramienta Calculadora vs método actual	157
Tabla 58. Cuadro de comparación pronósticos realizados	160
Tabla 59. Flujo de efectivo proyectado.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Organigrama de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.....	13
Ilustración 2. Mapa de ubicación geográfica Plantel El Alto, Ochomogo Cartago.....	14

Ilustración 4. Cadena de suministro	42
Ilustración 5. Punto de reorden de los inventarios.	45
Ilustración 6. Flujo de caja para el cálculo del VAN.	47
Ilustración 7. Flujo de caja para el cálculo de la TIR (Tasa interna de retorno).....	48
Ilustración 8. Filosofía Six Sigma.....	49
Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa.....	55
Ilustración 10. Diagrama S.I.P.O.C.....	56
Ilustración 11. Resumen de Herramienta DMAIC.....	57
Ilustración 12. Vista Panorámica, Sección A del Almacén de Materiales.....	74
Ilustración 13. Proceso General de Planificación de Necesidades del Almacén El Alto.....	77
Ilustración 14. Diagrama de flujo específico del Área de Programación y Control	78
Ilustración 15. Diagrama SIPOC (Supplier – Inputs- Process- Outputs- Costumer).....	79
Ilustración 16. Consumo comprendido entre los períodos 2016 al 2018 para el Almacén El Alto .	83
Ilustración 17. Diagrama de Pareto.....	90
Ilustración 18. Diagrama de Pareto.....	92
Ilustración 19. Ejemplo de una demanda errática o intermitente	103
Ilustración 20. Ejemplo de la estacionalidad de la demanda	104
Ilustración 21. Ejemplo de demanda con tendencia creciente	106
Ilustración 22. Ejemplo de demanda con tendencia decreciente.....	107
Ilustración 23. Ejemplo de demanda con tendencia decreciente.....	109
Ilustración 24. Punto de Reorden utilizado para el cálculo de las necesidades	110
Ilustración 25. Punto de Reorden utilizado para el cálculo de las necesidades	111
Ilustración 26. Matriz de influencia e interés en el proyecto.	116
Ilustración 27. Diagrama de Ishiwaka.....	119
Ilustración 28. Metodología 5 Porqués	125
Ilustración 29. Herramienta para el cálculo de pronósticos	133
Ilustración 30. Herramienta para el cálculo de pronósticos.	133
Ilustración 31. Herramienta para el cálculo de pronósticos	138
Ilustración 32. Módulo de pronósticos	142
Ilustración 33. Método de Administración de Inventarios.....	144
Ilustración 34. Parámetros del método de inventarios.....	145
Ilustración 35. Porcentaje de participación de pedidos y cajas chicas.....	150
Ilustración 36. Diagrama de flujo específico del Área de Programación y Control	158

Acrónimos

SAP: Solución informática (Sistemas, Aplicaciones y Producto)

6 σ : Seis Sigma, se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso)

CC: Caja chica

MAD: Desviación absoluta media

MAPE: Desviación media porcentual

MSE: Error cuadrático medio

ERP: Enterprise Resource Planning

RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo.

S.A.: Sociedad Anónima

Resumen ejecutivo

Contar con un inventario que sea óptimo para abastecer todos los requerimientos de RECOPE S.A. es la función mas importante que tiene el Almacén de Suministros.

En la mayoría de los casos en los que la demanda no pudo ser satisfecha, se determinó que los mismo no eran abastecidos debido a que la dependencia no adquirió la cantidad adecuada de material, mientras restante se atribuyó a diferencias entre el sistema y lo almacenado, donde el material fue bloqueado en el sistema de inventarios o por ser producto obsoleto.

Mediante el análisis realizado se evidenció que los procesos de la planificación de las necesidades y el de abastecimiento no logran responder a la variabilidad del entorno con que cuenta el almacén de materiales, así que se elaboró un análisis de errores estadísticos y de variabilidad de pronóstico y se mostró que el método utilizado actualmente para planificar las necesidades tiene problemas de sobre pronóstico en su demanda.

Estos, presentaron errores superiores al 50%. En una empresa como RECOPE, un sobre pronóstico tan elevado provocó sobre stock a final de cada período presupuestario, mientras que durante el año no se pudo abastecer a tiempo los productos delimitados.

Esto, indicó que el modelo de inventarios actual influye directamente sobre los faltantes de inventario.

Los métodos de cálculo de los parámetros del modelo fueron elaborados bajo criterio experto y de acuerdo a lo que los programadores consideraron necesario para satisfacer la demanda periódica del producto. Esto, de acuerdo con un promedio de demanda mensual que se obtuvo de las salidas de los últimos 3 años. Así mismo, el punto de reorden se definió de acuerdo con la experiencia del técnico.

Por otra parte, se detectó la inexistencia de un inventario de seguridad en su modelo de gestión de inventarios. Lo anterior, acompañado de una escasa planificación en las compras, ocasionó que se incurriera en compras por caja chica; este método presentó una tendencia creciente en los últimos periodos.

Según las herramientas propuestas en el proyecto, se definieron los procesos para el análisis cualitativo de demanda que le permitieron al investigador comprender las variables que ocasionaban comportamientos específicos o variabilidad particular en las demandas.

Además, se definieron los seis métodos de pronóstico (Promedio Móvil, Exponencial Simple, Método Estático, Holt, Winter y Croston) los cuales fueron evaluados y seleccionados por medio de una herramienta calculadora de pronósticos que contempló el análisis de los errores más comunes en los estudios de demandas (MAPE, MAD, MSE y TS).

El diseño de los métodos adecuados para la realización de los procesos de Planificación de Necesidades y Abastecimiento abarcó la estandarización de estos y se identificó los puntos de control necesarios para asegurar un proceso de mejora continua.

Finalmente, se determinó la factibilidad económica de la implementación de este proyecto. Para ello, se utilizó la tasa básica pasiva y se calculó el ahorro por concepto de disminución en nivel de inventario.

Esto, acompañado de la baja resistencia al cambio por parte de los colaboradores y directivos permitió la culminación del diseño del sistema de mejora continua planteado en los objetivos de este proyecto.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general del proyecto

En la actualidad el Departamento de Almacenes de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. ubicado en el Plantel El Alto, Ochoмого de Cartago, carece de un método debidamente establecido para el aprovisionamiento de todos los materiales con los que cuenta en su almacén, los cuales están organizados en familias de artículos.

Para dicho departamento es imperativo reducir al máximo las cantidades de materiales faltantes que se adquieren por medio del mecanismo denominado “Compras por Caja Chica” ya que este genera gastos adicionales y también evitar la adquisición excesiva de materiales con baja demanda, lo cual genera pérdidas para la institución.

La errónea selección de un método de pronóstico adecuado para los materiales (en muchas oportunidades se realiza de manera empírica); afecta a las diferentes unidades y departamentos que dependen del servicio que brinda el almacén de materiales lo cual impacta negativamente la parte económica y de planificación de la institución en todas sus áreas.

Debido a lo anterior nace el interés de desarrollar e implementar una mejora en el Área de Planificación y Control, perteneciente al departamento antes mencionado específicamente en el pronóstico de materiales.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó como base la línea de ingeniería de operaciones industriales ya que el mismo se dirige al análisis de inventarios, distribución y logística de abastecimiento.

El contenido del documento se divide en seis capítulos: el primero donde se incluye el planteamiento del problema, objetivos del proyecto así como sus alcances y limitaciones.

El segundo capítulo el cual comprende el marco teórico abarca los conceptos básicos utilizados en el Ingeniería Industrial con el fin de ubicar el problema y establecer las bases para una adecuada conceptualización.

El tercer capítulo ubica al marco metodológico, en el que se exponen temas como el tipo de investigación y la metodología empleada para la definición del problema, aspectos de control y como se le dará seguimiento a los mismos.

El cuarto capítulo abarca el diagnóstico o la situación actual de la empresa, mediante el análisis del proceso se arrojan datos y resultados que son la base para la implementación de este proyecto.

El Capítulo quinto sirve para diseñar e implementar una solución con base en la planificación de la demanda y la planificación del inventario, la cual es la herramienta que sirve de apoyo para solventar las deficiencias diagnosticadas.

Finalmente, el capítulo seis brinda las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

En el último apartado del proyecto se indica la metodología de seguimiento la cual se encarga de asegurar su sostenibilidad a largo plazo de este.

1.2 Descripción breve de la empresa

La Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. es una empresa estatal creada hace más de 55 años y asegura el abastecimiento de combustibles, que representan el 66% de la demanda energética nacional. Esta labor se realiza de manera ininterrumpida y comprende la logística de importación, procesamiento, almacenamiento, distribución y ventas a granel de los combustibles, asfaltos y naftas; además, proporciona el servicio de abastecimiento a las aeronaves en todos los aeropuertos del país.

Esta institución cuenta dentro de su estructura organizacional con siete niveles políticos, 12 departamentos directivos, 36 dependencias del nivel operativo, así como 10 instancias asesoras. Uno de sus departamentos directivos que es de interés para este proyecto es la Dirección de Suministros. Tiene como función: “conducir los procesos de contratación administrativa y supervisar la elaboración de los programas para la determinación de las necesidades de bienes materiales y servicios que serán utilizados por los demás departamentos que componen dicha estructura” (Dirección de Planificación de RECOPE, 2014).

1.2.1 Generalidades

En 1961 Un grupo privado funda la Refinadora Costarricense de Petróleo Sociedad Anónima e inicia gestiones para obtener los permisos del Ministerio de Industrias con el fin de construir una refinería al amparo de la Ley 2426 de Protección y Desarrollo Industrial.

El 28 de junio de 1963, la Asamblea Legislativa aprueba el contrato de Protección y Desarrollo Industrial y RECOPE se establece como la primera industria nacional dedicada a la refinación y producción de combustibles derivados del petróleo. Ese año comienza la construcción de la refinería en Moín, Limón.

Para 1967 arranca la instalación de la primera línea del poliducto y finaliza el primer plantel de distribución ubicado en El Alto de Ochomogo, Cartago. Hasta ese momento el transporte de combustibles hacia la Meseta Central se realizaba a través del ferrocarril. Durante los años posteriores a la década de los 60, una comisión especial de la Asamblea Legislativa inicia una investigación sobre el funcionamiento de las distribuidoras privadas y en 1971 dicta un informe final donde se evidencian serios

En 1975, por Decreto Ejecutivo, se decide la nacionalización de la distribución de combustibles. Además, por ley, se le prohíbe a RECOPE operar expendios de combustible al detalle, por lo que las estaciones de servicio se trasladan a manos privadas, y ya para 1987 se introduce al país la gasolina súper sin plomo, esto inicia la eliminación paulatina del plomo en las gasolinas de consumo nacional.

En 1998 se inicia, la construcción de la primera fase del proyecto de ampliación y modernización de la Refinería, que eleva la capacidad de carga a los 25 mil barriles por día y automatiza los sistemas de control y verificación. La puesta en marcha de los equipos comienza a principios del 2001.

En el Plantel de El Alto de Ochomogo se funda el Laboratorio Nacional de Grandes Masas y Volumen, convirtiéndose en el primer laboratorio de este tipo para toda el área centroamericana.

Para el año 2009 se planteó un cambio de visión a lo interno y a lo externo de la empresa, que coadyuvaría a alcanzar una mejora de la reputación pública de RECOPE, donde el primer paso fue trabajar en un nuevo plan estratégico que alineara los objetivos empresariales con el Plan Nacional de Desarrollo. Se logró así consolidar procesos que aseguran la competitividad y eficiencia de RECOPE, donde los objetivos al igual que la Visión y la Misión definidas, marcaron un derrotero sobre el cual partir, para definir una estructura orgánica más acorde al tipo de empresa que se debe forjar y que el país necesita. Al evaluar la demanda total de combustibles de los últimos cuatro años también se constata un comportamiento atípico, ya que se revertió la curva de crecimiento que llevaba, donde el 2008 fue el año que marcó el cambio, debido al comportamiento del mercado petrolero, pues el precio del barril de petróleo llegó a máximos históricos en julio de ese año. De esta forma, en este periodo el costo de la factura petrolera alcanzó \$ 1.239.201.321 al 31 de diciembre del 2009, por la importación de 18.057.848 barriles. Lo anterior obedece a que el comportamiento de la factura petrolera va íntimamente asociado a la fluctuación de los precios internacionales del petróleo y sus derivados; así como a la devaluación del colón.

En lo que se refiere al año 2010 el monto pagado por factura petrolera fue de \$ 1.604.351.458 correspondientes a la importación de 18.530.723 barriles. En el caso de la refinería, si bien se mantuvo constante en cuanto al volumen de proceso; al no haberse completado el proyecto de modernización, seguía siendo una limitante para alcanzar la eficiencia en cuanto a los productos que de ella se obtienen, razón por la que la administración emprendió esfuerzos no sólo para encontrar las vías que hicieran realidad la culminación del proyecto de ampliación y modernización de la refinería, sino también

para iniciar las mejoras necesarias en las unidades asociadas al proceso de refinación, que es dónde se efectúan las mezclas para cumplir las especificaciones de calidad que rigen en Costa Rica; dichas unidades aprovechan tanto los destilados que se obtienen de la planta como los productos terminados de importación.

Con recursos propios, se logró por ejemplo poner en operación la unidad de Reformado Catalítico a mediados del 2008, lo que flexibilizó la producción de combustibles limpios como la gasolina y el diésel que fueron adaptados a los nuevos requerimientos de calidad, incluyendo bajar las concentraciones de azufre en el diésel a 500 partes por millón como concentración máxima y aumentar el octanaje de las naftas, para elevar el de la gasolina regular de 88 a 91 octanos, producto que fue presentado al mercado nacional como gasolina Plus 91, de venta en todo el país a partir de setiembre del 2008. En lo que se refiere al tema de la calidad de los combustibles, se dieron importantes pasos en la incorporación de la gasolina Plus 91 y un diesel con únicamente 500 partes por millón de azufre, cambios generados por medio de procesos de mejora continua, que le han significado a RECOPE reconocimientos como el que se hizo en el V Informe "Calidad del Aire de la Ciudad de San José 2008". Como resultado de todo este esfuerzo por parte de la Administración y la alta calidad del recurso humano, RECOPE se ubicó en el 2009 a la cabeza en el ranking de las 500 empresas más importantes de Costa Rica, según los resultados de la revista EKA publicados en diciembre y que consideran datos del periodo fiscal 2007-2008. También en el mes de julio la Revista América Economía había informado sobre la posición alcanzada como la empresa más grande de Centro América, que la ubicó, además, en el puesto 154 entre las 500 mejores empresas de América Latina. Todos estos reconocimientos alcanzados en el 2009 deben motivar a proseguir con la tarea de mantener la mayor y mejor competitividad, comprometidos en suministrar de manera eficiente, con calidad, responsabilidad social y ambiental, los combustibles que el país necesita para alcanzar su desarrollo sostenible. Por noveno año consecutivo RECOPE figura entre las 500 mejores empresas Latinoamericanas, y por tercer año consecutivo se ubica como la mayor empresa centroamericana por parte de la por la Revista América Economía en su edición especial de julio 2011; reconocimiento que pone de manifiesto el aporte que hace RECOPE a la competitividad de Costa Rica en la región. También durante este período se fortaleció la infraestructura de distribución, que permitió que se continuara operando un sistema de trasiego seguro, económico y ambientalmente amigable, único en Centroamérica, fortalecido ahora con la entrada en operación de la III etapa del poliducto de 12 pulgadas. La empresa está involucrada en profundos procesos de modernización, donde se pusieron a despacho proyectos de

que facilitaría el poder operar de una manera más integrada, con la ayuda de herramientas tecnológicas de avanzada. Se concretaron acuerdos para facilitar el acceso a nuevas y novedosas formas de financiamiento para ampliar la infraestructura petrolera, y se dio impulso a la investigación con la ayuda de universidades y centros de investigación en temas como los biocombustibles. Por primera vez en la historia de RECOPE se concretaron acuerdos para crear una empresa subsidiaria denominada Sociedad Reconstructora Sino-Costarricense (SORESCO) que permitirá consolidar el proyecto de modernización de la refinería, que conllevó a realizar una labor de relaciones internacionales para la formalización final, con el apoyo de la Presidencia de La República y la Cancillería, así como convencer por medio de la negociación y una política de transparencia a los entes de control y fiscalización externos, que avalaron su desarrollo. Este avance en la modernización de la refinería permitirá mayor independencia energética, generará ahorros en la factura petrolera y garantizará combustibles más amigables con el ambiente, como los biocombustibles, lo que ubicará al país a la vanguardia y mantener altos estándares internacionales de calidad en sus combustibles.

A partir de enero de 2011 Costa Rica da un salto enorme en materia de conservación del medio ambiente al introducir en el mercado nacional el diesel con bajo contenido de azufre, cuyo límite máximo será de 50 ppm (partículas por millón), colocando al país a nivel de Europa y otras naciones como Japón donde quedó establecido como norma desde el año 2005. Con la reducción del contenido de azufre a 50 partes por millón, Costa Rica logra diferenciarse del resto de naciones centroamericanas donde el contenido máximo de azufre permitido, según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) es 0,5% m/m por volumen (5000 partes por millón). El azufre es un componente natural del petróleo crudo y en consecuencia se encuentra en sus productos derivados como el Diesel, cuando estos combustibles son quemados, el azufre se emite como dióxido de azufre (SO₂) que se convierte en ácido sulfuroso y sulfúrico; por lo tanto, al reducir el contenido de azufre en los combustibles se logra una disminución significativa en las emisiones de estos compuestos al ambiente. El Diesel es el combustible que mayormente consume la flotilla de transporte público, así como el transporte de carga y algunos vehículos particulares, por eso la introducción del Diesel de 50 partes por millón de azufre en sustitución del Diesel de 500 partes, traerá consigo una disminución en las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) por consumo de Diesel vehicular del 90%. El considerable potencial para reducir emisiones es un beneficio que redundará en favor de la salud de todos los costarricenses, pues con la mejora en la calidad del aire se espera

puesta en marcha de proyectos para incrementar la capacidad de almacenamiento de diversos productos en planteles y refinería, así como el avance en obras del nuevo plantel en el Aeropuerto Juan Santamaría, muestra un esfuerzo por parte de la Empresa por brindar un mayor y mejor servicio a todo el país.

Entre lo más relevante del 2012 está el inicio de las obras de ampliación de la terminal portuaria petrolera hacia el área del rompe olas norte de la Bahía de Moín, con instalaciones modernas, bajo el modelo estructural "duques de alba", que permitirá atracar naves de hasta 80.000 toneladas de peso muerto. Además, se completó el dragado del canal, del muelle y del área de ampliación de rompeolas.

En edificaciones se inauguró el "Nuevo Plantel Aeropuerto Internacional Juan Santamaría". Se trata de las nuevas instalaciones de RECOPE ubicadas en dicha terminal aérea, que incluye el sistema de recibo, filtración, almacenamiento y despacho a rampa de combustibles; tubería subterránea, hidrantes y camiones servidores, para el abastecimiento de hasta 11 aviones en forma simultánea. También la cuadrilla de B-Line estrenó un nuevo edificio que alberga además el taller y bodega de materiales.

Cabe resaltar en este año la colocación de la primera emisión de bonos por \$50 millones a 10 años plazo, de un total de \$200 millones de bonos en el mercado bursátil, los cuales servirán para el financiamiento de algunos de los proyectos de inversión de la Empresa, entre ellos la Terminal Atlántico, nuevos tanques en planteles y, parcialmente, el proyecto del Sistema de Almacenamiento de Gas LPG (SAGAS), del cual quedó avanzada la construcción de una esfera de 25 mil barriles y la colocación de seis tanques cilíndricos, a la vez que se adjudicaron otras cuatro esferas más.

En cuanto a investigación en energías alternativas se realizó un estudio de factibilidad contratado a la firma Lavalín para una planta de desgasificación con la idea de llegar a desarrollar un proyecto de infraestructura para introducir al mercado nacional el gas natural (GN). En biocombustibles se equipó una planta experimental de biodiésel en el Plantel El Alto, que apoya la investigación en asocio con el Instituto Fabio Baudrit para alternativas de producción utilizando especies como Jatropha, higuera y otras plantas, cuyas semillas permiten la producción de este producto. Para este año la empresa cuenta con instalaciones de almacenamiento y dosificación de producto para la puesta en marcha de mezclas con hidrocarburos con etanol y biodiésel.

Además, mediante un convenio y alianza estratégica con la compañía del científico costarricense Franklin Chang, Ad Astra, se inició la investigación para el aprovechamiento del hidrógeno como alimentador de baterías para transporte eléctrico.

El año 2013 es el año del año del aniversario número 50 de la empresa, en el que

destaca la puesta en marcha del comercio electrónico, que le permitirá a los clientes efectuar transacciones comerciales en línea a través del sitio web. Este se aplicará para toda compra de combustible que se efectúe en planteles de la empresa a partir del segundo trimestre del 2013.

El proyecto denominado “Petroweb” nace del requerimiento de la Dirección de Servicio al Cliente y Comercialización de RECOPE que estableció como necesidad prioritaria el desarrollo de un sitio Web transaccional. Con este desarrollo RECOPE ingresa al comercio electrónico y promueve su alineamiento con las directrices gubernamentales de disminuir el uso del papel, promover nuevos servicios digitales a los clientes, e ingresar al Gobierno Digital. El Proyecto completó su fase de desarrollo y pruebas para su pase a producción y este año e inició el piloto, con una selección de clientes, que ya realizan la prefacturación, el pago correspondiente (utilizando los servicios de SINPE) y la programación de su despacho, registrándose en tiempo real las transacciones ejecutadas en el sitio.

Las actividades que desarrolla RECOPE impactan en el desarrollo económico y en la estabilidad política y social de Costa Rica porque además de ser eje y motor de la dinámica del transporte, la competitividad de la industria y el accionar de los diversos sectores económicos, brinda aportes específicos como el canon para mantener el Sistema Nacional de Verificación de la Calidad de los Combustibles, en estaciones de servicio y planteles de la empresa; el pago de patentes y donaciones de asfalto a las municipalidades, y la recaudación del Impuesto Único a los Combustibles, que se traslada al Ministerio de Hacienda.

También el plan de inversiones que ejecuta está enfocado a garantizar la seguridad energética del país mediante el desarrollo y sostén del Sistema Nacional de Combustibles, único en Centroamérica; el cual está conformado por la Terminal Portuaria del Caribe en Moín, Limón; donde se reciben los embarques de materias primas y combustibles refinados; los cuatro planteles de abasto con áreas de almacenamiento y ventas que están interconectados por un sistema de tuberías o Poliducto. Este, junto con cuatro estaciones de bombeo, facilita el trasiego de combustibles limpios desde Moín, en el Caribe, hasta Barranca, Puntarenas; en el Pacífico.

RECOPE mediante su Departamento de Almacenes, administra y planifica los recursos necesarios para el mantenimiento y operación de cada uno de los planteles, estaciones de bombeo y otras áreas que involucran el negocio (administrativas).

Razón de lo anterior es que se decide realizar una mejora en los pronósticos de materiales de manera que puedan maximizarse todos los recursos con los que cuenta la

empresa.

1.2.2 Organigrama

El departamento de Administración de Almacenes el cual es objeto de análisis es el encargado de conservar, controlar, expedir mercancías y productos, recepcionar materiales y regular el flujo de existencias.

Dicho departamento pertenece bajo la estructura organizativa de RECOPE bajo los órdenes de la Dirección de Suministros, la cual a su vez está ligada Gerencia de Administración y Finanzas.

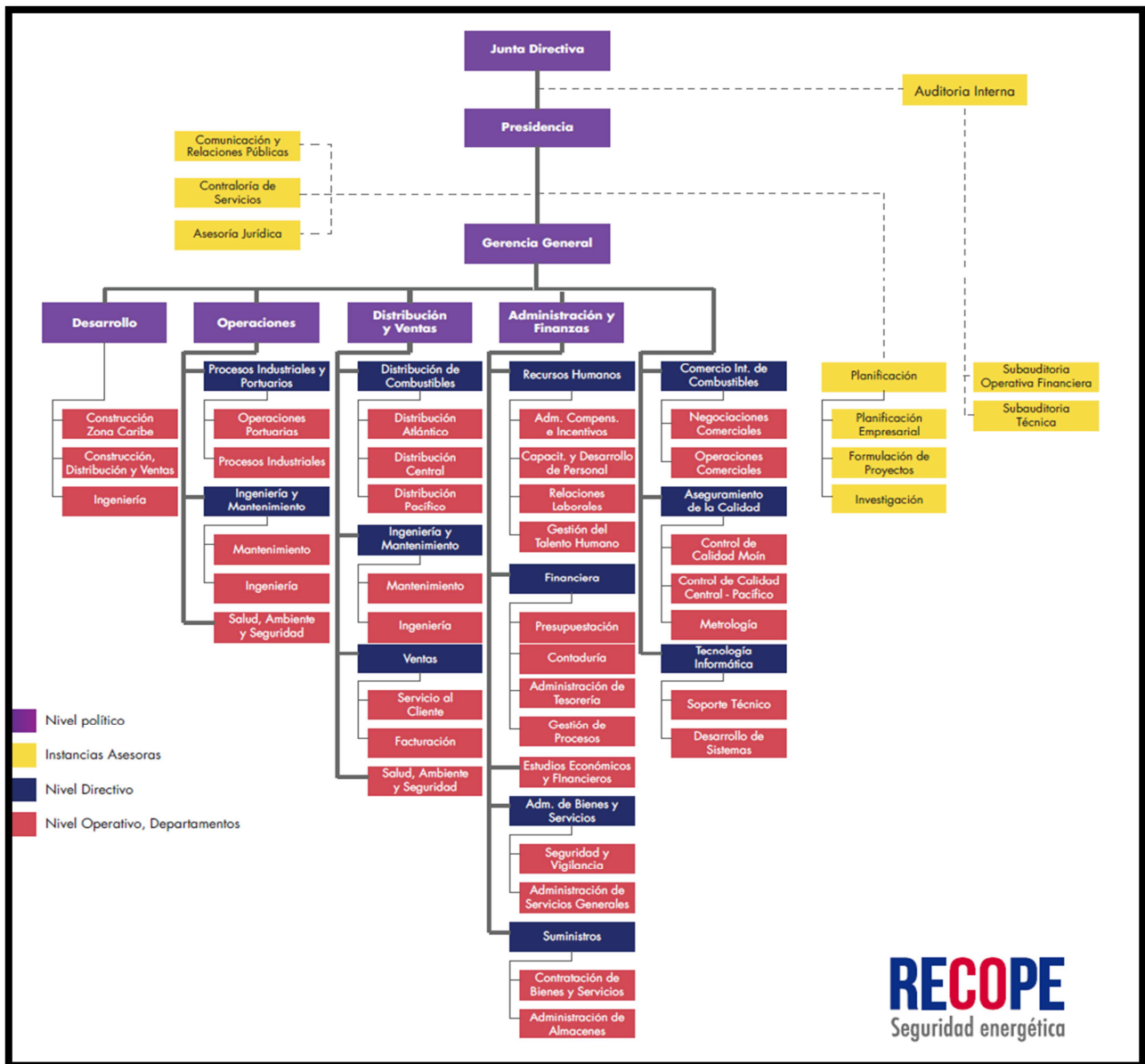


Ilustración 1. Organigrama de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A

Fuente: Disponible en: <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/estructura-organizativa/organigrama/>

1.2.3 Ubicación geográfica de la empresa

Actualmente la dirección del plantel de Recope S.A en Ochomogo de Cartago es: de la estación de pesaje del Ministerio de Obras Públicas y Transportes ubicada en la Autopista Florencio del Castillo, un Kilómetro y medio hacia el Oeste.

A continuación, se detalla la ubicación del plantel mencionado:



Ilustración 2. Mapa de ubicación geográfica Plantel El Alto, Ochomogo Cartago.

Fuente: Google Maps.

1.2.4 Aspectos estratégicos de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.

La planeación de estratégica de la empresa es el proceso de gestión que permite a todas las organizaciones definir y establecer los objetivos que se quieren lograr, así como las actividades que se llevarán a cabo para lograrlas. Esto teniendo como premisa para una mejor toma de decisiones y la intención de aportar un rumbo a la empresa.

1.2.4.1 Misión

Somos la Empresa que contribuye a la seguridad energética y al desarrollo de Costa Rica garantizando el abastecimiento de combustibles, asfaltos y naftas, con excelencia empresarial y calidad, de forma social y ambientalmente responsable.

1.2.4.2 Visión

Ser referente para la competitividad y desarrollo del país, por la efectividad del Sistema Nacional de Combustibles, la incorporación de combustibles alternativos más limpios y la innovación.

1.3 Planteamiento del problema

El uso continuo y repetitivo de una solución alternativa para la compra de materiales además de una mala planificación, está generando que se eleven los costos en la adquisición de los materiales en la mayoría de los casos y en otros está provocando que los materiales se vuelvan obsoletos, lo que va en perjuicio de los intereses económicos de la empresa.

Esto a su vez genera que los trabajos para que los cuales los usuarios solicitan los materiales sufran de un atraso mientras el almacén los adquiere, lo cual en una empresa como RECOPE en donde el servicio al cliente es una de las labores primordiales

1.3.1 Descripción del problema

El Departamento Almacenes tiene dentro de su organización interna el Área de Programación y Control, la cual es la encargada de hacer los pronósticos de demanda para todos los grupos de artículos del Almacén El Alto.

Actualmente dicha área no cuenta con un modelo de análisis, estándar o herramienta la cual permita generar pronósticos para demanda de una manera más confiable y certera.

Debido a esto cada técnico de suministros realiza los cálculos de aprovisionamiento según su experiencia y en la mayoría de los casos de manera empírica, sin tomar en cuenta variables como movimiento, rotación, costo, volumen, peso, estacionalidad, tendencia y otros criterios necesarios para un pronóstico más certero.

Además, como consecuencia de esta mala planificación, se ha estado recurriendo a realizar compras por caja chica, lo que es una mala práctica para el almacén ya que las condiciones que se obtienen para comprar materiales como parte de la demanda no satisfecha, son desfavorables y resultan más caros, lo cual incrementa los gastos operativos de la empresa.

El monto anual en el que RECOPE incurre, producto de este método de compra ronda aproximadamente los ₡120.000.000,00 millones de colones.

Como consecuencia de una ineficaz planificación de la demanda y del inventario, se ven perjudicados todos los usuarios del almacén y sus distintos departamentos, sin embargo, uno de los más afectados ha sido principalmente el Departamento de Mantenimiento, el cual ha visto como la programación de mantenimientos preventivos y correctivos ha sido sujeto de cambios, atrasos y reprogramación.

Al contar con un sistema, herramienta o modelo para realizar la planificación de la demanda, se obtiene una mejor precisión en términos del pronóstico de la demanda, lo que permite que la misma sea satisfecha, aumente el nivel de servicio del almacén y se disminuya el uso de las compras por caja chica.

Además, con una nueva herramienta de aprovisionamiento, permite que sea factible

tomar decisiones en base a elementos teóricos y no como se hace actualmente de manera empírica, todo esto con el fin de reducir los excesos y faltantes de inventario.

Dentro de los beneficios que esta mejora traerá consigo, está el hecho de facilitar el estudio y análisis para los técnicos del almacén, los cuales realizarán el desempeño de sus funciones de una manera más eficiente.

Se corrige el mal manejo del inventario, se reduce el gasto extra en compra de materiales, se mejora el servicio al cliente, el nivel de servicio y se estandariza un proceso en el almacén.

El tema económico es el factor donde más se puede sentir la mejora, ya que al tratarse de ser finanzas públicas la empresa está obligada a la rendición de cuentas y optimización de sus procesos.

1.3.2 Justificación

El departamento de Administración de Almacenes de RECOPE posee un objetivo estratégico cuantificable establecido desde el Plan Operativo Institucional.

Este corresponde al objetivo de ejecución presupuestaria, mismo que hace referencia a un 85% de ejecución del presupuesto.

Como resultado de los anterior, actualmente los procesos de planificación de las necesidades no son los más adecuados para responder a la variabilidad del entorno del Almacén de Materiales El Alto y con el fin de alcanzar el objetivo de ejecución presupuestaria mencionado, se están utilizando métodos de pronóstico y de cálculo de presupuesto incorrectos para todos los tipos de producto, sin estudiar la presencia de estacionalidad o tendencia; sin realizar una priorización de las líneas o productos según su impacto en la organización; entre otros.

Ballou (2004), afirma: “Cuando la incertidumbre de la variable de predicción es alta y las técnicas de pronóstico se estandarizan, su aplicación en la planeación de la cadena de suministros lleva a resultados insatisfactorios” (Ballou, 2004, p. 287).

Otro punto importante es el desconocimiento o falta de importancia que la administración da al porcentaje alcanzado por parte de las compras por caja chica, el cual para el año 2018, alcanzo un 21,71% del total de la demanda.

Además, uno de los aspectos que causan mayor preocupación entre los directivos de la organización es el aumento en la frecuencia y en el monto de las compras por caja chica (CC) que para el año 2018 alcanzó aproximadamente ₡119.000.000,00 o lo que es igual a ₡9.916.666,66 al mes en promedio.

Esto no un buen indicador de la planificación de las necesidades. Este crecimiento es preocupante ya que estas compras de urgencia alcanzan montos elevados y si esta tendencia continúa, la institución podría caer en fraccionamiento y ser eventualmente sancionada.

Cabe destacar que las compras empleadas por este método tienen implicaciones económicas importantes, tales como el pago de un precio mayor al ofertado por el proveedor en otros métodos de compra en donde se adquiere una mayor cantidad de producto; esta diferencia de precio puede alcanzar en promedio un 32%.

Un factor importante respecto al sistema de abastecimiento es la nula comunicación entre el Almacén y los usuarios. Esto entorpece el servicio brindado afectando la calidad del mismo, ya que como lo mencionan (Wirtz, 2009, pág. 424); una de las 5 perspectivas sobre la calidad del servicio parte de la premisa de que la calidad reside en los requerimientos del cliente, siendo la calidad del servicio directamente proporcional con la satisfacción máxima del usuario, esto quiere decir que para un buen cubrimiento de la demanda se debe reconocer que todos los clientes tienen deseos y necesidades que tienden a cambiar con el tiempo.

Lo anterior es evidente ya que el Almacén mide el cumplimiento de sus objetivos operativos con base en su propio criterio. Es por ello por lo que éste no refleja una evaluación verdadera del desempeño y eficiencia de este, al no tomar en cuenta la opinión e intereses de sus usuarios externos. De igual forma, esta relación inexistente puede llegar a afectar en la calidad no solo del servicio en sí, sino también en los requerimientos de calidad de los productos que se estén entregando a los clientes, esto debido a que los estudios técnicos de los materiales son realizados por los mismos operarios que se encargan de revisar existencias en bodega y del abastecimiento de estos, sin que el usuario final se involucre en el proceso.

Por otra parte, la Ley de Contratación Administrativa en el Capítulo 1, artículo 4 afirma que es primordial la actuación de las partes para la decisión final (p. 5). En este caso, el Almacén representa la voz del cliente y por ende es necesario que se agilice y exista un canal de comunicación que no convierta en “abusivo” el papel del Almacén en la contratación y adquisición de bienes.

1.4 Objetivo general

Mejorar el proceso de pedido de materiales actual en la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. por medio de un modelo de diagnóstico.

1.4.1 Objetivos específicos

- Describir los procesos, recursos y operaciones de la cadena de abastecimiento del almacén.
- Identificar aspectos claves de la organización, los requisitos de sus usuarios y los procesos claves que pueden afectarlos.
- Identificar las causas claves del problema para la recolección de datos en el proceso objeto de estudio.
- Establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzará el nivel deseado.
- Implementar el uso de una herramienta que permita el pronóstico de los materiales en stock.
- Realizar un análisis costo – beneficio que permita verificar la conveniencia y viabilidad del proyecto.

1.5 Alcances y limitaciones

En la actualidad el Departamento de Almacenes de Recope carece de un modelo de pronóstico de inventarios, por lo que se llevará a cabo un análisis del proceso de pedidos de artículos, con el fin de establecer las herramientas necesarias para llevar a cabo una eficaz ejecución de los recursos públicos.

1.5.1 Alcances

La Dirección de Suministros tiene dentro de su cargo dos almacenes de materiales, uno ubicado en Ochomogo, San Nicolás de Cartago y otro en Moín, en la provincia de Limón.

Este proyecto se llevará a cabo en el Almacén de Materiales Plantel El Alto, durante el primer semestre del año 2019, periodo en el cual se considera que se puede realizar un mejor análisis del proceso actual, debido a que es la temporada del año donde se realiza la mayor cantidad de solicitudes de materiales a los proveedores de RECOPE permitiendo colaborar en beneficio de las arcas del estado costarricense.

En el lugar trabajan 24 colaboradores, entre ellos operarios y administrativos y el almacén tiene un área de aproximada de 7560 metros cuadrados-

Actualmente el almacén de suministros ubicado en Cartago maneja alrededor de seis mil artículos, los cuales se dividen en ochenta clases y categorías, que a su vez se agrupan en trece familias de materiales.

Debido a lo anterior, la realización de este proyecto abarca la familia de “Equipo de Protección Personal y Uniformes” específicamente la clase y categoría 017.001 correspondiente a los “Uniformes en general, incluso los deportivos”.

1.5.2 Limitaciones

Al ser la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. una empresa pública y que por consiguiente opera con fondos públicos, está sujeta a la observancia que dicta la ley acerca de la planificación anual de todos los recursos de los que va hacer uso para periodos específicos.

Para determinar dichos recursos se estableció el Programa Anual de Operativo (PAO) en el cual se presupuestan los recursos económicos anualmente (en el mes de octubre).

Debido a lo anterior, para el periodo en el que se desarrolla el proyecto, junto con el establecimiento de una mejora, no se cuenta con los recursos económicos necesarios, los cuales sí podrían planificarse para la ejecución presupuestaria del año 2020.

En cuanto a los productos que se declaran obsoletos y se desechan del Almacén de RECOPE, es importante tomar en cuenta que estos deben seguir un procedimiento establecido para este tipo de institución estatal, en donde los técnicos especializados de la Contraloría de Servicios y los técnicos de RECOPE son los encargados de realizar la revisión final antes de declararlos obsoletos.

Esta revisión generalmente se aplica 1 vez al año y los productos son almacenados en un área específica hasta que se autorice la salida del Almacén. Esto condiciona la validación de las propuestas de diseño en caso de que se necesite desechar productos ya que se tendría que esperar a que la empresa aplique todo el procedimiento anterior.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

En este apartado se detallan los términos involucrados dentro del contexto del presente estudio y que son relevantes para el mismo, cuya función es lograr que el lector comprenda y sirva de base cada uno de los términos que se tomarán en cuenta para el desarrollo del proyecto.

2.1 Ingeniería Industrial

La mejora de procesos con base en la Ingeniería Industrial es un tema vital que debe tomarse en cuenta para el entorno de una empresa, ya que se toman aspectos importantes para realizar un enfoque de mejora continua.

A continuación, se plantan conceptos teóricos fundamentales los cuales se desarrollarán en el presente documento, con la finalidad de conocer diferentes opiniones, conocimientos y términos relacionados con la investigación, que proporcionan un mejor entendimiento y comprensión para el lector.

2.1.1 Logística

Según (Frazelle, 2007, pág. 1) la logística consiste en la interacción de varios procesos y se define como: “el flujo de materiales, información y dinero entre los proveedores y los consumidores”. De igual forma, la logística es definida por el Council of Supply Chain Management, (CSCMP, 2013) citada por Quiroga (2009) como “el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo y almacenamiento de materias primas, productos semielaborados o terminados y de manejar la información relacionada con ese proceso, desde el lugar de origen hasta el lugar de consumo, con el propósito de satisfacer en forma adecuada los requerimientos de los clientes” (p. 2). Su objetivo es: “Responder a la demanda, obteniendo un óptimo nivel de servicio al menor costo posible” (Quiroga, 2009, p. 6).

Es así como en el contexto de la dependencia de Administración de Almacenes de

RECOPE se entiende como logística al conjunto de procesos, recursos financieros y operativos que interactúan entre sí para lograr el suministro de bienes para todas las demás dependencias de RECOPE. En este Almacén se asegura la disponibilidad de materiales auxiliares para las distintas funciones de la Institución para satisfacer las necesidades en el momento que lo requieran sus clientes internos y externos es una prioridad. Y esto es lo que hace crítico el correcto funcionamiento del mismo.

Es importante mencionar que, según los 5 procesos requeridos para lograr un flujo continuo, descritos por Frazelle y Sojo (2007), lo cuales son: “servicio al cliente, administración de inventarios, abastecimiento, transporte y almacenamiento” (p. 2). Se puede decir que la función logística en RECOPE no es llevada a cabo solo por la dependencia de Administración de Almacenes, sino que presenta procesos de apoyo por parte de la Dirección de Suministros.

2.1.2 Almacenamiento

Según Serrano (1991), el almacenamiento es:

“la función responsable de la recepción, clasificación, custodia, conservación y entrega de materiales. Comprende el complejo de operaciones que tienen por propósito ocuparse de los materiales que las organizaciones compran, mueven y conservan para lograr sus funciones. Este tiene como objetivo suministrar los materiales requeridos en la calidad, cantidad y oportunidad justa y con los menores costos posibles” (p. 85).

De igual forma, Frazelle y Sojo (2007, p. 17-20) lo dividen en 5 micro-procesos:

- **Recepción:** recibir ordenadamente todos los materiales que entren al Almacén, asegurar que la calidad y cantidad de los materiales coincidan con el pedido, distribuir los materiales para su almacenamiento.
- **Acomodo:** Colocar la mercancía en el almacenamiento. Incluye el manejo y verificación del sitio y actividades de ubicación del producto.
- **Almacenamiento:** Guardar físicamente la mercancía, su método depende de la cantidad, tamaño y características de manejo que requiera el inventario.

- Preparación de pedidos: Remover los artículos del almacenamiento para satisfacer una demanda específica. Este es el servicio que presta un Almacén a sus clientes y es la función que determina la mayoría de los diseños del Almacén.
- Despacho: a) Verificar pedidos completos, b) empacar mercancía para su despacho, c) preparación de documentos de despacho, d) etiquetas con dirección, embarque entre otros, e) acumular pedidos por transportista y cargar camiones.

2.1.3 Ley de Contratación Administrativa

“Para el caso de Costa Rica, el tema de las contrataciones de la Administración Pública, por mucho tiempo no fue abordado ni atendido debidamente, muestra de ello es que desde que se dictó la actual Constitución Política que rige (1949), no es sino hasta el año 1996 en que se dicta una Ley específica que regule el tema de la contratación administrativa, sea la No. 7494 de mayo de 1996, es decir 47 años después.”

La contratación administrativa es el procedimiento utilizado por la Administración Pública para hacer efectiva la ejecución de gran parte de los trabajos que no pueden ser realizados por ellas mismas. Los principios de esta ley son aplicados para cualquier actividad que utilice parcial o totalmente recursos públicos, contiene la cobertura, excepciones, requisitos, derechos y obligación de la administración, derechos y obligaciones de los contratistas, entre otros principios, así como los métodos de contratación que rigen en el país para someter a concurso público.

Por Contratos administrativos, con algunas excepciones indicadas en la Ley, se consideran aquellos cuyo objeto directo es: La ejecución de obras, por ejemplo, la construcción de una carretera. La gestión de servicios públicos, por ejemplo, la concesión de un servicio de cafetería en un edificio público. La realización de suministros, por ejemplo, la fabricación de vitrinas para una exposición. Los trabajos de consultoría y asistencia, por ejemplo, la contratación de los trabajos del comisariado de una exposición. La realización de servicios, por ejemplo, el embalaje y transporte de objetos.

2.1.4 Abastecimiento

Abastecimiento, es definido por Lambert y Stock (1993) citado por Arias (2004) como la adquisición de materiales y servicios para asegurar la efectividad operativa de la manufactura y de los procesos logísticos” (p. 38). Otros autores lo definen de la siguiente manera: “un conjunto de procesos que se requieren para comprar bienes y servicios” (Chopra & Meindl, 2008, p. 58).

Además, Serrano (1991) señala que el abastecimiento consiste en aprovisionar a la organización y poner a su disposición en las mejores condiciones técnicas y económicas los elementos necesarios para su actividad en diversos aspectos como fabricación (materias primas, equipos, instalaciones), comercialización (productos, acabados, publicidad, medios de transporte), administración (suministros y servicios para la operación) (p. 61).

Abastecimiento es elegir: especificaciones, proveedores, materias primas y servicios, precios, plazos y cantidad de material” (Serrano, 1991, p. 61).

De lo anterior se puede deducir que el proceso de adquisición o compra no es una actividad aislada, sino que requiere complementarse de las demás operaciones del Almacén a fin de garantizar su efectividad.

En la dependencia de Administración de Almacenes de RECOPE, esta actividad se lleva a cabo en conjunto con la Dirección de Suministros, misma que es la encargada de finiquitar las compras al cumplir un papel de comunicador entre el proveedor y el Almacén. Esto lo convierte en un proceso un poco más complejo ya que existen actividades sobre las cuales, el Almacén no tiene un control total.

Respecto a la gestión de compras de materiales, en esta organización es importante recordar que sus procedimientos de compra se ven regulados por el ordenamiento jurídico (Ley de Contratación Administrativa 7494), así como por el reglamento interno de la institución. Para comprender mejor los procedimientos o modalidades de contratación se proceden a definirlos, tomados del Libro “Administración de recursos materiales (Serrano, 1991, p. 75) así como de los conceptos que se encuentran en la Ley 7494:

- Licitación Pública: Promueve la más amplia competencia dentro del marco de interés administrativo con el propósito de lograr las mejores condiciones posibles y garantizar equidad entre los proveedores involucrados. Sus raíces se encuentran en los principios de libre participación e igualdad entre oferentes. Es el medio por el cual el particular colabora con la Administración Pública.
- Licitación con precalificación: Es donde previamente al concurso público se precalifican las empresas que pueden participar.
- Licitación Privada: es un concurso mediante el cual participan como oferentes, por principio, únicamente aquellas personas físicas o jurídicas invitadas por la Administración a cotizar.
- Contratación directa (Escaza cuantía): En esta no existe competencia entre oferentes, hay monopolio, ya que solo uno contrata con la administración. Es una negociación directa sujeta a los requerimientos de la ley.
- Caja chica: consiste en la autorización expresa a las instituciones para administrar un fondo especial que le permite tramitar la adquisición en forma directa de aquellos bienes o servicios considerados indispensables y de verdadera urgencia que justifique su pago fuera de los trámites que establece la ley.
- Concesión de bienes (compra según demanda): En ella se ceden los bienes pertenecientes a la Administración, para ser explotados por un particular en la prestación de un servicio. Siempre se ejecuta por medio de la licitación pública. (ejemplo: contratación de un proveedor que almacene el bien solicitado y disponga de él el 100% de las veces, también puede incluir el servicio de transporte hasta el Almacén o cada cliente externo).

Todos los métodos de compra mencionados anteriormente son utilizados en el Almacén de RECOPE para la obtención de sus bienes. Por ello, el conocimiento y el aprovechamiento máximo de estos recursos que brinda la ley son fundamentales en el sistema de abastecimiento que éste gestione.

2.1.5 Inventario

“Según Chopra y Meindl (2008) el inventario existe en una cadena de suministro debido al desajuste entre la oferta y la demanda, el mismo cumple un papel importante al incrementar la cantidad de demanda que puede ser satisfecha si se tiene el producto listo y disponible para cuando el cliente lo desee mientras a su vez logra reducir el costo mediante la explotación de las economías de escala que pudieran existir durante la producción y distribución” (p. 50).

El inventario se define como: “la cantidad de existencias de un bien o recurso cualquiera usado en una organización” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005, p. 607).

Además, se encuentra la siguiente definición:

“Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajos en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de logística de la empresa... los inventarios se hayan con frecuencia en lugares como almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipos de transporte y estantes de tiendas de menudeo. Tener estos inventarios disponibles puede costar, al año, entre 20% y 40% de su valor” (Ballou, 2004, p. 326-328).

Según la cita anterior, al mantener inventario de productos para asegurar la satisfacción de una demanda específica se incurre en costos significativos, estos según Ballou (2004, p.337-339) son:

- Costos de adquisición: Costos asociados a la adquisición de bienes para reaprovisionamiento del inventario.
- Costos de mantener el inventario: Resultan de guardar o mantener los artículos durante un período y son proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles. Estos se pueden clasificar en costos por espacio, costo de capital, costo de servicio (seguro e impuestos) de inventario y costos de riesgo de inventario.
- Costos por falta de existencias: Ocurren al colocar un pedido, pero este no puede surtir desde el inventario al cual esta normalmente asignado. Hay dos tipos de costos relacionados a este rubro, el costo por pérdida de venta (no es el caso del

Almacén en estudio) y el costo de pedido pendiente (un pedido retrasado). Los pedidos pendientes pueden crear costos adicionales de personal y de ventas por el procesamiento de los pedidos y costos adicionales de transporte y manejo cuando tales pedidos no se surten a través del canal normal de distribución.

Además, se define sistema de inventario como: “el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles de inventario y determinan qué niveles debemos mantener, cuándo debemos reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de los pedidos” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005, p. 607).

Según Chopra y Meindl (2008, p. 51-52) para crear cadenas de suministro con mayor capacidad de respuesta y más eficientes se deben considerar:

- Inventario ciclo: Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarque del proveedor.
- Inventario de seguridad: Aquel que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado.
- Inventario estacional: Constituido para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda.
- Nivel de disponibilidad del producto: Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario.

La identificación y cálculo adecuado de dichos inventarios en la bodega de esta Institución podría mantener un alto nivel de servicio e incrementar su capacidad de respuesta, permitiéndole responder adecuadamente a la variabilidad de su entorno.

2.1.6 Nivel de servicio

El servicio al cliente según Ballou (2004), desde una perspectiva logística es el resultado final de todos los procesos de la cadena de suministro (p. 368), y se puede afirmar: “Las mejoras en el servicio son percibidas por el cliente como señales de calidad en el producto entregado.” (Tschohl, 2007).

El nivel de servicio enfocado al producto final de procesos logísticos se presenta como “la probabilidad esperada de no llegar a una situación de falta de existencias (Inventario). Este porcentaje es necesario para calcular las existencias de seguridad... Intuitivamente, el nivel de servicio representa una compensación entre el coste de inventario y el coste de la falta de existencias.”**Fuente especificada no válida..**

En el caso de esta dependencia, su cliente no tiene otra opción a elegir para adquirir dicho servicio. Por lo tanto, no existe per se un costo de oportunidad como menciona el autor en la cita anterior. Sin embargo, cabe destacar que, al ser su única fuente de suministros, la importancia de un alto nivel de servicio no radica en la preferencia del cliente, sino más bien en mantener el abastecimiento óptimo que la institución requiere para no entorpecer sus funciones al mantener la disponibilidad adecuada de productos solicitados en cada periodo.

Council of Logistics Management (USA) citado por Casanoves (2003) afirma:

"Dado un nivel de servicio predeterminado, la logística diseñará y gestionará los flujos de información y de materiales entre cliente y proveedor (aprovisionamiento, fabricación, distribución), con el objetivo de situar el producto correcto, en la cantidad correcta, en el lugar correcto y en el instante que existe la demanda, todo ello con el menor costo e inversión posible, y atendiendo a las expectativas de servicio y de calidad esperadas por el cliente".

Por lo que se puede decir que el enfoque de este concepto en el proyecto será tener una alta probabilidad de existencias de producto en cantidad, calidad y lugar correcto al mantener los menores costos operativos para asegurar el suministro de los bienes necesarios para la ejecución del objetivo en la dependencia de Almacenes de RECOPE.

2.1.7 Planificación

Dentro de cualquier empresa que tenga como objetivo satisfacer las necesidades del cliente, es de vital importancia establecer una planificación acorde con sus operaciones. Jorge Ahumada (1992) afirma:

“La planificación o programación es una metodología para la toma de decisiones, toda decisión envuelve una elección de alternativas, por tanto, podemos decir que se trata de una metodología para escoger entre alternativas y que se caracteriza porque permite verificar la propiedad, factibilidad y compatibilidad de objetivos al seleccionar los instrumentos más eficientes” (Ahumada, 1992, p.22)

Chopra & Meindl (2008) establecen que la planificación en el campo de la logística es un proceso por medio del cual la compañía determina los niveles ideales de capacidad, producción, subcontratación, inventario, desabasto e incluso precio en un horizonte específico de tiempo. La meta de la planeación es satisfacer la demanda y al mismo tiempo maximizar las utilidades. (Chopra & Meindl, 2008, p. 218)

En el Almacén de RECOPE, gran parte de la planificación se realiza tomando únicamente la información interna del Almacén y no se le ve como parte de la administración de su cadena de suministro. Sin embargo, estos autores también mencionan que esta planeación es un aspecto importante en la efectividad de su cadena y que por ende requiere de datos de toda la cadena de suministro, y sus resultados tienen un impacto tremendo en el desempeño de la cadena.

2.1.8 Desempeño

El concepto anterior hace mención a otro término importante para el presente proyecto, Andrea Miriam (2004) define como desempeño “el grado de cumplimiento que una entidad tiene con respecto a una meta esperada, donde el aprovechamiento y potencialización de los recursos es el pilar fundamental del éxito.” (p.27)

Tal y como lo mencionan Chopra & Meindl (2008):

“La cadena de valor en las empresas inicia con el desarrollo de un nuevo producto, producción, almacenamiento, su mercadeo y distribución. Estos elementos responden a las peticiones del cliente durante o después de la venta y cumplen un papel fundamental en la ejecución de la estrategia competitiva de la compañía, por lo que a cada una se le debe desarrollar su propio sistema de evaluación y desempeño.” (Chopra & Meindl, 2008, p. 218).

2.1.9 Métodos de pronósticos de la demanda

De acuerdo con Ballou (2004), Chopra (2013) y Rushton (2014) los métodos de pronóstico de la demanda se clasifican en tres grandes grupos: cualitativos, proyectivos y causales. Cada uno de estos métodos difiere en relación con la precisión que se quiera retribuir a los mismos en el largo o corto plazo y en la disposición de datos históricos o referencias del personal experto en el tema.

Los métodos cualitativos o juiciosos son evaluaciones subjetivas basadas en las opiniones de expertos, tales como proveedores, personal de compras, ventas y marketing, y clientes. Por medio de encuestas, lluvia de ideas, planificación de escenarios, estudios Delphi u otras técnicas comparativas, se generan estimados cuantitativos acerca del futuro (Rushton et al., 2014).

Estos métodos son sumamente subjetivos ya que utilizan factores intangibles, por lo que son más difíciles de estandarizar y de validar su precisión (Ballou, 2004).

Se utilizan mayoritariamente cuando se quiere lanzar un nuevo producto, se realizan cambios en la política que afecte las ventas en un mediano o largo plazo o cuando se dispone de pocos datos históricos (Chopra & Meindl, 2013). Actualmente, la proyección de la demanda que realiza el Departamento de Almacenes se fundamenta gran parte en esta técnica.

Por otro lado, los métodos proyectivos o series de tiempo utilizan la demanda histórica, los modelos matemáticos y estadísticos para pronosticar la demanda futura se basan en el supuesto de que el comportamiento en el futuro será similar a las tendencias del pasado, por lo que son más apropiados cuando se tienen bien definidas las tendencias y variaciones estacionales para cada producto en un determinado tiempo (Chopra & Meindl, 2013).

De acuerdo con Ballou (2004), este método es mucho más preciso y se puede estar actualizando a medida que se obtenga nueva información que identifique patrones de tendencia y estacionales. Además, se considera una forma efectiva de realizar los pronósticos para el corto plazo, son los más sencillos de implementar y sirven como punto de partida para el pronóstico de una demanda. Algunos de los métodos

de proyección histórica son:

2.1.9.1 Promedio móvil

Toma la media de la demanda para un cierto número de períodos anteriores y utiliza este promedio como la previsión de la demanda para el próximo período (Rushton et al., 2014). Se emplea cuando la demanda no presenta tendencia o estacionalidad (Chopra & Meindl, 2013).

2.1.9.2 Suavizamiento exponencial

Da a las semanas recientes más peso en el pronóstico, ofreciendo una respuesta mucho más rápida a cualquier cambio en las tendencias de la demanda (Rushton et al., 2014). Se emplea cuando la demanda no presenta tendencia o estacionalidad (Chopra & Meindl, 2013).

2.1.9.3 Modelo de Holt o Suavizamiento exponencial

Se emplea cuando la demanda no tiene estacionalidad, pero sí tendencia (Chopra & Meindl, 2013).

Con este método se agrega una constante de suavización delta (δ), cuya función es reducir el error que ocurre entre la demanda real y el pronóstico. Otros autores usan como constante la letra griega beta (β), es lo mismo.

WW

A diferencia de los métodos de media móvil y de suavización exponencial simple, es capaz de proyectar tendencias de ventas crecientes o decrecientes.

2.1.9.4 Modelo de Winter o Suavizamiento exponencial corregido por tendencia y estacionalidad.

Se emplea cuando la demanda presenta tanto estacionalidad como tendencia (Chopra & Meindl, 2013).

Por último, los métodos casuales suponen que la demanda de un producto está altamente correlacionada con ciertos factores; como, por ejemplo: estado de la

economía, tasas de interés, precios, promociones, planes de competidores, legislación, clima, entre otros (Chopra & Meindl, 2013).

2.1.9.5 Análisis de regresión

Es el que calcula estadísticamente la línea de "mejor ajuste" para identificar la correlación de la demanda del producto con otros factores clave (Rushton, 2014).

Estos métodos se dividen en dos ramas, que son los estadísticos y los descriptivos, donde cada uno deriva su validez a partir de los patrones de la información histórica, los cuales establecen la relación entre las variables para la predicción y la variable que se desea pronosticar. La desventaja de este tipo de método es que se requiere de mucho tiempo para encontrar las variables que dirigen el pronóstico y con frecuencia es difícil encontrar las verdaderas variables causales (Ballou, 2004).

Además de los anteriormente mencionados, existen otros métodos de pronóstico como, por ejemplo:

2.1.9.6 Modelo Box - Jenkins

Consiste en una metodología iterativa que busca la fórmula más adecuada para estimar el mejor pronóstico (Kerkanen, 2010). Se requiere de grandes cantidades de datos para analizar los factores de auto correlación, su posible tendencia y ciclo necesarios para determinar los parámetros de la ecuación (Mas-Machuca, Sainz, & Martínez- Costa, 2014).

2.1.9.7 Modelos difusos

Parten de la idea de que el ciclo de vida del producto sigue una curva en forma de S. Estos modelos se utilizan principalmente para pronosticar la demanda de productos nuevos o con un corto historial de ventas; para ello consideran únicamente a los primeros compradores (o innovadores), incluyen a los adoptantes finales (o imitadores) o consideran las ventas totales agregadas (Mas-Machuca et al., 2014).

2.1.9.8 Métodos de simulación

Son capaces de imitar las preferencias del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico. Estos también permiten combinar métodos proyectivos y causales para generar análisis de escenarios (Chopra & Meindl, 2013).

2.1.9.9 Métodos de inteligencia artificial

Se refiere a aquellos métodos que tienen la capacidad de mejorar con el tiempo tras la incorporación de nuevos datos. Son una mezcla entre software comercial y algoritmos estrictamente matemáticos (Mas-Machuca et al., 2014).

Cabe destacar que a pesar de la gran variedad de métodos de pronósticos disponibles, según Frazelle (2002), las mayores fuentes de inexactitud en el pronóstico de la demanda no provienen de las técnicas y algoritmos mencionados, sino del proceso de pronóstico en sí, donde tienen lugar los principales errores de pronóstico e interpretación: la negación respecto a la inexactitud del pronóstico, la subjetividad porque se desconoce la totalidad de la demanda (no se registra la demanda insatisfecha), la ignorancia de las tendencias presentes en el mercado del producto y el "efecto látigo" en la cadena de valor, todas estas elementos presentes en el almacén de materiales en la que se desarrolla el proyecto.

2.1.10 Error de pronóstico de la demanda

Independientemente del modelo utilizado para pronosticar la demanda, Frazelle (2002) menciona que el primer paso para mejorar la exactitud de pronóstico, es medirla. Su cálculo permite tomar decisiones sobre cuál modelo es el mejor, y logra detectar cuando la previsión de la demanda no se realiza adecuadamente. Es importante tomar en consideración que siempre va a existir un error en el cálculo del pronóstico de la demanda, sin embargo, mediante este resultado se busca también minimizar tanto los errores sistemáticos como aleatorios para mejorar el modelo de manera continua.

Para esto Frazelle (2002) propone el uso de 4 métodos diferentes: ALD o error de pronóstico, MAD o desviación media absoluta, PFE o error porcentual de pronóstico,

SDFD o desviación estándar del pronóstico de la demanda.

En primer lugar, el ALD, se calcula mediante la diferencia aritmética entre la demanda actual (D) y la demanda pronosticada (F) durante el período. En este caso, el error puede ser positivo o negativo.

$$ALD = D - F$$

El MAD, por su parte, mide la dispersión del error de pronóstico, o dicho de otra forma, la medición del tamaño del error en unidades. Para esto hace uso de ALD, al dividirlo entre el número de períodos.

$$MAD_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t$$

En tercer lugar, el PFE, a diferencia de MAD, calcula la desviación en términos porcentuales y no en unidades. Para esto hace uso nuevamente de ALD, al dividirlo entre la demanda del período.

$$PFE = (D - F)/D$$

En relación al tema de planeación de inventario, la medida más útil de la exactitud de pronóstico, según Frazelle (2002), es la desviación estándar del error de pronóstico. Para este caso es importante recalcar que los errores de pronóstico deben distribuirse de manera normal.

$$SDFD = 1.25 \times MAD$$

Por otro lado, (Meindl, 2013), propone el MAPE como una medida de error de pronóstico (error medio absoluto porcentual). El MAPE expresa el error promedio absoluto como un porcentaje de la demanda y su cálculo se especifica a continuación donde: (Et) es el error del pronóstico en el periodo t, (Dt) es la demanda del pronóstico en el periodo t y (n) es el número de períodos.

$$MAPE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{A_t}{D_t} \right) * 100$$

Cabe destacar que, actualmente las empresas tienden a utilizar tres o más métodos para medir la exactitud de pronóstico a nivel de SKU, familia, y nivel unitario de negocio en términos absolutos y estadísticos. Además, trabajan en conjunto con todos los actores de su cadena de suministro para evitar que cada organización realice su propio pronóstico, y por lo tanto que el error se propague en toda la cadena.

2.1.11 Ingeniería del tamaño del pedido

El tamaño óptimo del lote, conocido también como la cantidad económica de compra, es aquel que minimiza el costo total de la empresa. Es decir, se debe calcular el tamaño del lote que permita reducir los costos de mantener el inventario y de realizar el pedido. Chopra y Meindl (2013) establecen que la manera para calcular este tamaño óptimo del lote es la siguiente:

$$n = \frac{D}{Q} = \sqrt{\frac{DhC}{2S}}$$

Donde:

D: Demanda anual del producto

S: Costo fijo incurrido por pedido

C: Costo por unidad

H: Costo de mantener inventario por año como fracción del costo del producto.

2.1.12 Gestión de inventarios

Ballou (2004) establece que mantener productos en inventario puede llegar a representar entre un 20-40% del capital de una empresa, sin embargo, Heizer y Render (2004) instauran que en las empresas que no presentan un proceso productivo y únicamente se encargan de comprar y abastecer los productos (como es el caso del almacén de materiales), los inventarios pueden llegar a alcanzar hasta un 75% del capital de trabajo.

Por lo tanto, es imprescindible que las empresas sepan administrar cuidadosamente sus niveles de inventario, ya que estos tienen un impacto económico significativo para su negocio.

A pesar de que los inventarios absorben capital que podría estar disponible para utilizarse de otras maneras, existen diversos motivos por los que las empresas deben mantenerlos.

Primero que todo son una manera de mejorar el servicio al cliente. Cuando se mantiene una cantidad de inventario suficiente, se pueden cumplir con entregas de pedidos que no se encontraban planificadas. De esta manera no solo se atiende la demanda de artículos, sino que se pueden aumentar y permite la captura de nuevos clientes o usuarios.

Además, el contar con inventarios hace posible la reducción de ciertos costos que pueden llegar a ser más significativos que los costos asociados al mantenimiento de este.

Dicha reducción de costos se puede ver muchas veces cuando los proveedores ofrecen un menor precio de los productos cuando éstos se piden en grandes cantidades, lo cual a su vez permite la reducción en los costos de transporte y en la gestión de compras, ya que se realiza una menor cantidad de órdenes de compra.

Mantener niveles de inventario permite también hacer frente a la inflación, ya que se

pueden comprar los artículos antes de que su precio aumente en el futuro. Otro beneficio de los inventarios es que permiten afrontar a desabastecimientos por parte de los proveedores o cualquier otra eventualidad que se pueda presentar desde que se realiza la orden de compra y el momento que esta llega a su destino final.

2.1.13 Calidad y mejora continua

Según lo mencionado en la definición anterior, la calidad y mejora continua son temas estrechamente relacionados con los sistemas de gestión y es por esto que se procede a definirlos en esta sección.

La calidad se entiende como: “el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual el conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos” (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

En la Administración de Almacenes de RECOPE, el resultado final es un servicio y por ende, es importante buscar el significado de la calidad, enfocado a ello, Lovelock y Wirtz (2009) mencionan que debido a la naturaleza intangible y multifacética de muchos de los servicios se dificulta su valoración de la calidad, y que debido a que con frecuencia los consumidores participan en la producción de un servicio, es necesario hacer una distinción entre el proceso de prestación de éste y la salida real del servicio, misma llamada calidad técnica (p. 420).

El mismo autor, define calidad en los servicios como: “el resultado de un proceso de evaluación donde los clientes comparan sus percepciones de la prestación del servicio y su resultado, con sus expectativas” (Lovelock & Wirtz, 2009, p. 420).

Enfocado a un sistema de gestión se define la administración de la calidad total como: “la administración de toda la organización de manera que todas las áreas de los productos y servicios que son importantes para el cliente sean sobresalientes” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005, p. 304).

2.1.14 Sistema de Gestión

Sistema de gestión de abastecimiento se entiende como “el conjunto interrelacionado de políticas, objetivos, normas, atribuciones, procedimientos y procesos

técnicos orientados al racional flujo, dotación o suministro, empleo y conservación de medios materiales; así como acciones especializadas, trabajo o resultado para asegurar la continuidad de los procesos productivos que desarrollan las entidades” (Bastidas & Pisconte, 2009, p. 91).

Además, “un sistema de gestión logística debe asegurar que los procesos cumplen con los requisitos logísticos del cliente y es importante para alcanzar los objetivos de calidad del producto o prestación del servicio, así como la consecución de resultados esperados.” (Muñuzuri, Cortés, Ibañez, & Delgado, 2006, p. 3).

Por lo tanto, este proyecto al gestionar el abastecimiento pretende lograr que los procesos logísticos de servicio al cliente, inventarios, almacenamiento y distribución funcionen en sinergia para asegurar una mejora continua de las políticas, procedimientos y procesos de la dependencia de Administración de Almacenes de RECOPE.

Se define sistema de gestión según Vergara (2009) como: “Conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, que permite trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y su continuidad”. Este autor identifica cuatro etapas en un sistema de gestión: “Ideación, planeación, implementación y control.” (Vergara, 2009).

Así mismo, Luis Mendoza (2009) afirma que en la industria actual los sistemas de gestión de abastecimiento buscan establecer un vínculo estrecho entre los campos de la Logística por medio de la búsqueda de mejoras permanentes al utilizar los recursos de que se disponen en forma eficaz y efectiva. El propósito es conseguir aquellos bienes y servicios que necesita la institución para su funcionamiento. En el caso del Almacén de RECOPE, el funcionamiento del Sistema de Gestión de abastecimiento debe ir orientado a la total satisfacción del cliente y al entendimiento de cada una de sus necesidades.

2.1.15 Justo a Tiempo

Ejecutada correctamente como a la filosofía JAT reduce o elimina gran parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (Actividades de oficina) en un negocio de manufactura.

Esto se logra utilizando los tres componentes básicos: Flujo, Calidad e Intervención de los empleados. Primero, necesitamos una definición práctica de desperdicio. La empresa Toyota que dio origen a la modalidad JAT, define como desperdicio “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción” (HAY, 2014).

Ilustración 3. Esquema de un Sistema Justo a Tiempo



Fuente: <http://empresayeconomia.republica.com/herramientas/el-sistema-justo-a-tiempo-just-in-time.html>

2.1.16 Cadena de Suministro

En términos generales podemos percibir la cadena de suministro como una organización, pues todos sus eslabones trabajan para un mismo fin, satisfacer las necesidades del cliente, de manera que los tres aspectos anteriormente mencionados son aplicables a la misma y actúan en su fortalecimiento impidiendo que sus objetivos se vean truncados por alguna interrupción en una de sus partes. Amaya Leal, J., & Viloría Núñez, C. (2014)

Además de lo anterior abarca todas las actividades que involucran el flujo y la transformación de bienes y la información asociada desde la fase de materias primas

hasta el cliente o usuario final.

Ilustración 4. Cadena de suministro



Fuente: <https://www.transgesa.com/blog/cadena-de-suministro-y-logistica/>

2.1.17 Inventarios

El inventario es aquel registro documental de los bienes y demás objetos pertenecientes a una persona física, una empresa, una dependencia pública, entre otros, y que se encuentra realizado de mucha precisión y prolijidad en la plasmación de los datos (Ucha, 2011).

Según lo anterior es un elemento muy importante para el desarrollo de una empresa sin importar el tamaño de la misma, ya que un mal manejo del mismo puede ocasionar clientes o usuarios descontentos por el no cumplimiento de la demanda, además podrían generar problemas financieros que traigan consigo hasta la quiebra de una compañía.

2.1.17.1 Tipos de inventarios.

Existe una amplia variedad de tipos de inventario, que se usan de acuerdo a las necesidades de la empresa, y que dependen de las funciones, objetivos y de lo que se requiera contabilizar. Los inventarios pueden ser:

2.1.17.1.1 Inventario Inicial

El inventario inicial es el saldo de tu cuenta de inventario al inicio de un periodo contable y es reflejo del saldo antes de que comprar inventario adicional o antes de que vender el inventario existente durante el periodo.

2.1.17.1.2 Inventarios Finales

Se realizan cada que se cierra el periodo fiscal, valoran las existencias finales y comprobar que la lista de bienes que tenemos en la contabilidad sigue existiendo, es decir que están todos y en el estado que deben.

Si esto no es así (por ejemplo, ha podido haber algún robo o algo ha podido extraviarse) procederemos a hacer los ajustes de inventario correspondientes.

2.1.17.1.3 Inventario Permanente

Este método brinda un alto nivel de control sobre los materiales en stock, ya que lleva un continuo orden con las existencias del almacén, mediante de un registro detallado de los importes monetarios y cantidades de unidades físicas de productos.

2.1.17.1.4 Inventario Físico

Este se considera el inventario real. Se realiza una lista detallada de las existencias y consiste en contar, medir, pesar y anotar todas y cada una de las mercancías que se encuentran en existencia a la fecha del inventario.

2.1.17.1.5 Inventario en tránsito

Es utilizado para mantener las operaciones de abastecimiento de entrada y salida de mercancía a la empresa, bien sea con los proveedores o con los clientes.

Existe para darle sólo movimiento al material es exclusivo por el tiempo de transporte.

2.1.17.1.6 Inventario de Materia Prima

Son aquellos activos adquiridos, que se encuentran en proceso de modificación. Su valor es cuantificado por la cantidad de materiales, la mano de obra y gastos de fabricación.

Son los materiales con los que se elaboran los productos, pero que todavía no han sido sometidos a procesos de modificación.

2.1.17.1.7 Inventario en Proceso

Es un concepto importante para el departamento de contabilidad, ya que tienen que tener en cuenta el valor del inventario en proceso de la misma manera que lo hacen con las materias primas y productos terminados.

Es un trabajo en el cual sea iniciado la producción, pero que no se terminado.

2.1.17.1.8 Inventarios Estacionales

El fin de este tipo de inventario es atender o cumplir con una demanda que es temporal, y se planifican con base en los picos de demanda que se puedan presentar.

Este inventario se basa en las temporadas de generan algún tipo de consumo adicional, por ejemplo, las estaciones climáticas: verano, otoño, invierno o por algún evento deportivo.

2.1.18 Índice de Rotación

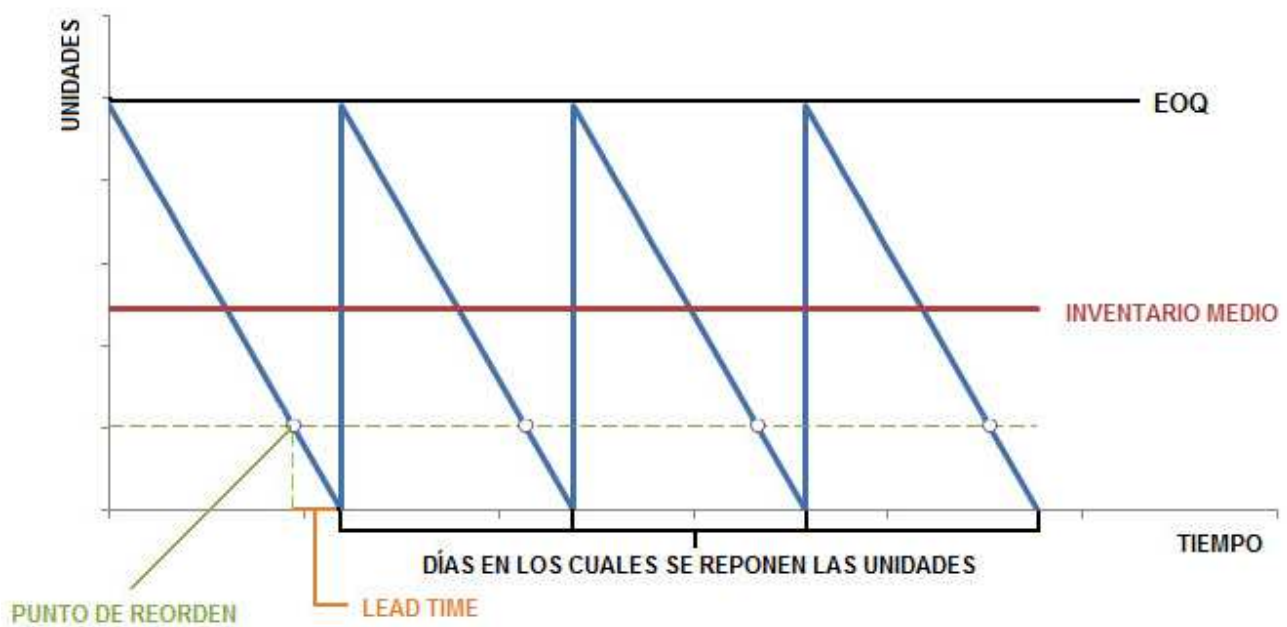
Se refiere a aquella razón que “mide comúnmente la actividad o número de veces que se usan los inventarios de una Empresa.” (Gitman, 2010, p.54). Se conoce como el índice que expresa el número de veces que el inventario es renovado durante un periodo que normalmente se toma como un año.

2.1.19 Punto de reorden del inventario

El punto de reorden es uno de los modelos más utilizados para el manejo del inventario, el cual se estima en función de la demanda de artículos, el stock de seguridad y el tiempo de entrega del proveedor.

Fiom (2012) afirma que el stock de seguridad es una protección que permite a las empresas enfrentar la incertidumbre, la que incluye variaciones en la demanda de los clientes y en el tiempo de entrega del proveedor.

Ilustración 5. Punto de reorden de los inventarios.



Fuente: Elaboración Propia.

2.1.20 Stock de seguridad

El stock de seguridad es un término empleado en el ámbito de la logística que sirve para analizar un nivel de acciones adicionales que se llevan a cabo para reducir de manera considerable el riesgo de desabastecimiento ante las posibles incertidumbres de la oferta y la demanda.

Una posible razón de este desabastecimiento puede ser el déficit de envases, productos, insumos o materias primas, en cierta manera el stock de seguridad es una manera de prepararse ante épocas en las que pueda escasear cierto artículo.

2.1.21 Indicadores de Gestión

El análisis de que lo sucede en los procesos, independientemente de cuales sean, es comparable al análisis que realiza un mecánico a su vehículo, en donde realiza un estudio de los síntomas que no están dentro del funcionamiento normal del vehículo, verifica los datos arrojados por las herramientas de medición y logra determinar las posibles causas que afectan el funcionamiento.

Cuando se habla de una empresa o organización, las mismas deben de contar con indicadores los cuales permitan determinar de manera ágil y rápida la eficiencia y eficacia con que se están desempeñando.

“Un indicador es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas.” Garcia (2012).

2.2 Ingeniería económica

Las decisiones por lo general son el resultado de elegir una alternativa sobre otra y por lo general estas decisiones reflejan la elección fundamentada sobre cómo invertir mejor los fondos, también llamados capital o fondos de capital.

“La ingeniería económica implica formular, estimar y evaluarlos resultados económicos cuando existan alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido” Tarquin, A. (2012).

Por lo general el análisis de sensibilidad se lleva a cabo durante el estudio de ingeniería económica para determinar como puede cambiar la decisión de acuerdo con estimaciones variables, en especial aquellas que pueden variar de manera significativa.

2.2.1 Medidas de valor económicas

El criterio para elegir una alternativa en la ingeniería económica, para un conjunto específico de estimaciones se determina mediante las medidas de valor.

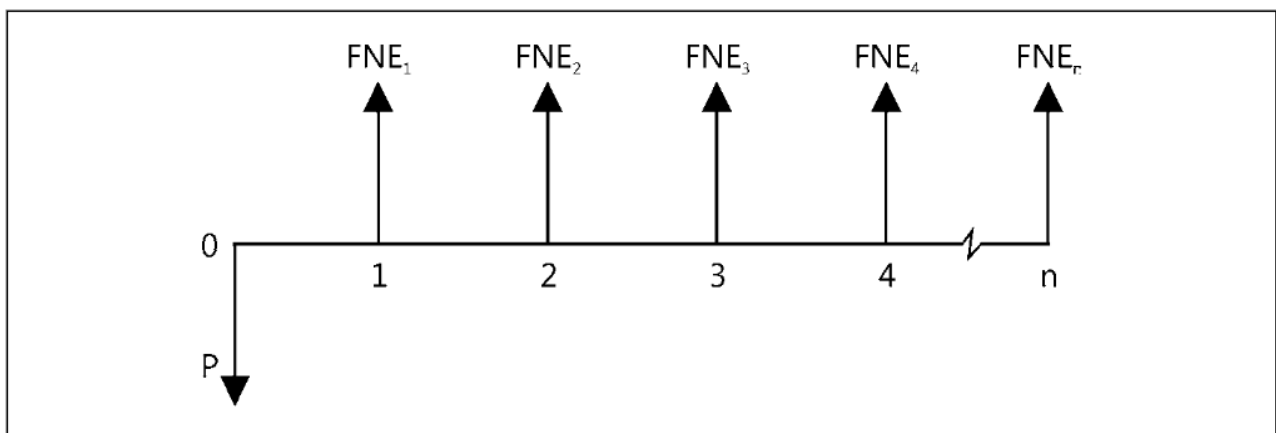
Todas las medidas de valor toman en cuenta que el dinero produce dinero a lo largo del tiempo, y son fundamentales para darle respaldo económico a la elección de la mejor propuesta.

2.2.1.1 Valor actual neto (VAN)

“El valor actual neto es una cifra monetaria que resulta de comparar el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos. En términos concretos, el valor presente neto es la diferencia de los ingresos y los egresos en pesos de la misma fecha.” Meza Orozco, J. de J. (2010).

Cuando se trata de índices dinámicos de desempeño uno de los más utilizados es el VAN ya que el mismo se calcula comparando en una misma fecha la inversión inicial con los flujos netos de efectivo.

Ilustración 6. Flujo de caja para el cálculo del VAN.



La ecuación del VPN se plantea de la siguiente forma:

$$VPN_{(r.o)} = -P + \frac{FNE_1}{(1+T.O)^1} + \frac{FNE_2}{(1+T.O)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+T.O)^n}$$

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es la tasa de interés o de rentabilidad la cual es producto de una inversión, e otras palabras es el porcentaje de beneficio o pérdida que se obtiene de una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es comúnmente utilizada en la evaluación de proyectos de inversión y está sumamente relacionada con el VAN (valor actual neto) y se puede definir como “El valor de la tasa de descuento que hace el valor actual neto sea igual a cero, para cualquier proyecto de inversión dado” Tarquin, A. (2012).

Ilustración 7. Flujo de caja para el cálculo de la TIR (Tasa interna de retorno)

$$TIR = 0 = -C + \frac{FNC_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FNC_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FNC_n}{(1 + TIR)^n}$$

Fuente: Elaboración propia

2.3 MARCO CONCEPTUAL DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.3.1 Six Sigma

Six Sigma está soportado en una metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC, por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), y tiene como objetivo aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen solo 3,4 defectos por millón de oportunidades, con lo que los errores o fallas se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente.

Ilustración 8. Filosofía Six Sigma



Fuente disponible en: <https://twitter.com/mejoresempmex/status/912710985156263936>

2.3.2 Metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

Esta es la metodología más importante dentro de la filosofía Seis Sigma, con la cual se logra la resolución de los problemas con la eliminación de todo lo cíclico.

Así mismo, Luis Mendoza (2009) afirma que en la industria actual los sistemas de gestión de abastecimiento buscan establecer un vínculo estrecho entre los campos de la Logística por medio de la búsqueda de mejoras permanentes al utilizar los recursos de que se disponen en forma eficaz y efectiva. El propósito es conseguir aquellos bienes y servicios que necesita la institución para su funcionamiento.

En el caso del Almacén de RECOPE, el funcionamiento del Sistema de Gestión de abastecimiento debe ir orientado a la total satisfacción del cliente y al entendimiento de cada una de sus necesidades.

Según todo lo anterior la estrategia de Seis Sigma trabaja en una forma sistemática orientada a proyectos a través de un ciclo similar al que se describe en la definición anterior (sistema de gestión): Definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC).

Estas cinco etapas se definen a continuación por Chase et al. (2005):

2.3.2.1 Definir (D)

En esta primera etapa el equipo encargado del proyecto se da a la tarea de los siguientes aspectos junto con la identificación de los problemas:

- Identificar clientes y sus prioridades.
- Identificar un proyecto adecuado para los esfuerzos de Seis Sigma, basados en los objetivos del negocio, así como en las necesidades y retroalimentación del cliente.
- Identificar las CCC que para el cliente son las que tienen más impacto sobre la calidad.

Además; es importante establecer una serie de preguntas para lograr determinar el problema principal:

- ¿Qué es lo que se va a realizar?
- ¿Definir en donde se va a hacer?
- ¿Quiénes son los involucrados?
- ¿Cuáles son los beneficios que generará?

Con respecto a todo lo anterior, este proyecto fue objeto de análisis por parte de la jefatura del almacén de suministros con lo cual logró establecer y definir algunas causas para su estudio.

La importancia de lograr establecer una mejor en el proceso de pronóstico de materiales permitirá un mejor manejo de los recursos públicos con que cuenta RECOPE.

2.3.2.2 Medir (M)

En esta fase se debe realizar una medición de los procesos actuales que tienen relación con la definición realizada en la etapa anterior:

- Determinar cómo se mide el proceso y cómo se está desempeñando.
- Identificar procesos internos clave que influyen en las CCC.

La medición a realizar por el investigador debe ser de manera cuantitativa.

Se utilizan todos los indicadores de calidad que permitan conocer el funcionamiento de los procesos, las variables que afectan el desempeño de la organización, determinar la información necesaria, así como las herramientas para la recogida de datos y su debido procesamiento.

El uso adecuado de las herramientas correctas permite comprobar el nivel de calidad con que cuenta la investigación, algunas de ellas son:

- Herramientas básicas de estadística
- Diagramas de Pareto
- Mapeos de proceso

Con relación a los datos arrojados por las herramientas mencionadas y el análisis cuantitativo de los mismos, es que se valora la consecución de todos los objetivos establecidos previamente.

2.3.2.3 Analizar (A)

Es necesario descubrir que defectos se generan mediante la identificación de las variables críticas:

- Determinar las causas más probables de los defectos.
- Comprender por qué se generan los defectos, identificando las variables clave que con mayor probabilidad crean una variación en el proceso.

En esta fase, con la información recopilada se logra determinar las causas principales que afectan el funcionamiento del sistema con vistas a una posible erradicación.

Para un resumen de estas causas, se utilizan herramientas primordiales:

- Diagrama de causa o efecto.
- Lluvia de ideas
- Mapeo de procesos
- Diagrama de Pareto

Es la parte más importante dentro de la filosofía Seis Sigma, ya que involucra todas las herramientas estadísticas que representen de la mejor manera toda información que se obtiene del proceso.

2.3.2.4 **Mejorar (I)**

Una vez que se ha logrado determinar que el problema es real y no sólo un evento aleatorio se deben identificar las posibles soluciones, en esta etapa se desarrollan implementan y validan alternativas de mejora para el proceso:

- Identificar los medios que pueden eliminar causas de los defectos.
- Confirmar variables clave y cuantificar los efectos sobre las CCC.
- Modificar el proceso de manera que se mantenga dentro del nivel aceptable.

Se generan las posibles alternativas de la solución para la mejora de los procesos y la satisfacción de los clientes, utilizando la simulación.

Posteriormente, se utilizan técnicas de toma de decisiones multi atributo para ordenar estas alternativas considerando el conjunto de criterios emitidos por los expertos y seleccionando la mejor.

La idea principal de esta etapa es establecer distintas soluciones que permitan atender las diversas causas que se establecieron previamente.

Es importante realizarse las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las posibles soluciones?
- ¿Cuál tiene mayor posibilidad de tener éxito?
- ¿Cuál es el plan para una nueva implementación?
- ¿Estas soluciones están de acuerdo con consecución de los objetivos?

2.3.2.5 Controlar (C)

Es la cuarta y última etapa del D.M.A.I.C. y con la cual se da por finalizado el proyecto y por medio de la cual se establece un seguimiento constante de los resultados deseados involucrando a todo el personal de la empresa u organización con el fin de asegurar a largo plazo la viabilidad del proyecto.

Una vez que se encuentra la manera de mejorar el desempeño del proceso, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo.

- Determinar cómo mantener las mejoras y controlar el rendimiento de los procesos futuros.
- Establecer herramientas necesarias para asegurar que las variables se mantengan dentro de los niveles máximos de aceptación en el proceso modificado.

La idea general de esta fase es de que los cambios que se realizaron para evaluar las acciones de mejora se logren volver permanentes y se generalicen con lo cual se establece un sistema de control robusto.

En razón de lo anterior, se puede decir que el establecimiento de un sistema de control permite a las empresas la constante revisión de los procesos, con lo cual se logran establecer las mejoras necesarias, cambio de las herramientas utilizadas, y todo lo necesario que permita la satisfacción de los clientes finales.

2.3.3 Clasificación ABC

El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Vilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez.

Pareto enunció el principio basándose en el denominado conocimiento empírico. Observó que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los “pocos de mucho y los muchos de poco”; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo.

En el contexto de este proyecto, se utilizará para el análisis de la demanda y la selección de los materiales con mayor relevancia.

Los tres niveles de importancia, según (Anaya, 2011), son:

- Nivel A: Artículos muy importantes/ alto uso de dinero
- Nivel B: Artículos moderadamente importantes/ moderado uso de dinero
- Nivel C: Artículos poco importantes/ bajo uso de dinero

Según el análisis realizado se obtiene un monto total para el inventario, el cual hace posible la clasificación según los porcentajes ya establecidos.

Según (Villalta, 2014) los artículos A son el 75% a 80% del valor total de los ítems (aproximadamente un 15% – 20% del total de artículos), los artículos B son el 15% - 20% del valor total (cercano a un 20% - 40% del total de artículos) y los artículos tipo C son el 5% del valor total (aproximado a un 40% - 60% del total de artículos).

2.3.4 Diagrama de Ishikawa

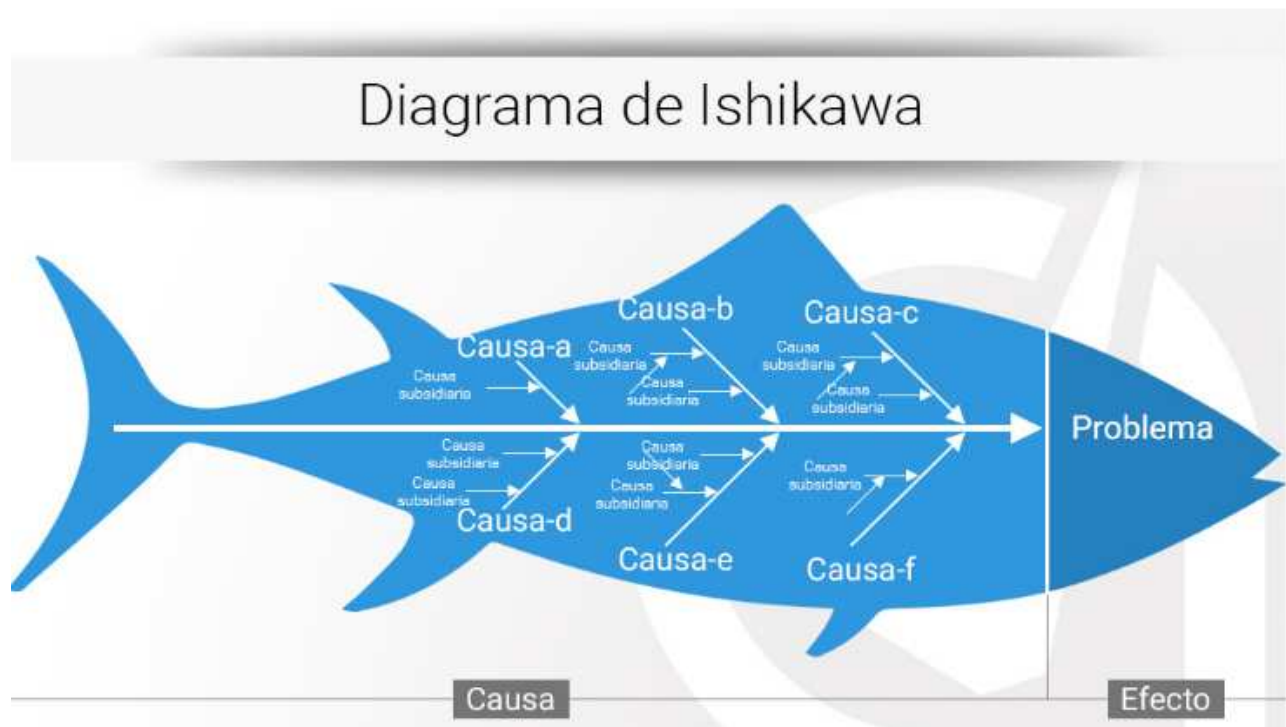
También conocido como diagrama causa- efecto. Esta herramienta ayuda a establecer las posibles causas de un problema de un proceso conocido. Uno de sus beneficios es que no se centra en una única causa, sino que analiza diversos puntos del proceso donde puede verse reflejado el problema y que pueden ser obviados si se analizan de manera general.

Según lo anterior las principales causas se subdividen por lo general en cinco o seis categorías:

- Humanas
- Máquinas
- Métodos
- Materiales
- Medio ambiente o entorno

El diagrama de Ishikawa puede analizar los problemas en diferentes ámbitos como la calidad de productos, la organización, los fenómenos sociales y los problemas académicos, etc. Este se va a ir formando en el eje horizontal, es decir, va en líneas oblicuas; a su vez representa las causas valoradas mediante las técnicas de elección y resultado óptimo del cual se origina el problema (Gutiérrez, 2010).

Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa



Fuente: <http://alltemplate.me/imgs>

2.3.5 Diagrama S.I.P.O.C.

Para las actividades que se desarrollan bajo una modalidad de operaciones industriales (como se definió en este proyecto), es necesario conocer cuáles son los procesos que se interrelacionan o bien lo delimitan.

Debido a esto, es que para este proyecto se utilizará una técnica de alto nivel para diagramar el proceso actual, este diagrama recibe el nombre de Diagrama de SIPOC, sus siglas en inglés son:

- **Supplier:** (Proveedores) Se refiere a persona o proceso que aporta recursos al proceso.
- **Input:** (Entradas) Se refiere a los insumos necesarios para que se lleve a cabo el proceso; en este se consideran materiales e incluso personas.
- **Process:** (Procesos) Implica todas las operaciones realizadas que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- **Out:** (Salidas) Es el producto de todas las operaciones del proceso.
- **Client:** (Clientes) Se refiere al proceso o personas que se ven afectados o que reciben el resultado del proceso, con su satisfacción.

Ilustración 10. Diagrama S.I.P.O.C

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: www.caletec.com/otros/sipoc-mapa-de-proceso-a-alto-nivel/.

2.4 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación se desarrolla en el Departamento de Almacenes en la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A, y se estima una duración a mediano plazo, ya que se enfocará en el impacto y beneficios de que se implemente un nuevo manual de procedimiento para la solicitud de cambios en las referencias de los documentos.

Se pronostica una duración a mediano plazo con respecto a su definición según Duran: “periodo convencional generalmente hasta de un año, en el que los programas operativos determinan y orientan en forma detallada las decisiones y el manejo de los recursos para la realización de acciones concretas” (2015, s. p.).

Con base en esta definición, se considera una duración a mediano plazo, ya que se requiere el cambio del manual de procedimiento actual, además del entrenamiento adecuado para todos los técnicos del Departamento de Suministros de RECOPE, quienes realizan las funciones pertinentes al pronóstico de materiales, lo que permite el involucramiento adecuado por parte de todos los colaboradores en esa área.

Ilustración 11. Resumen de Herramienta DMAIC

RESUMEN HERRAMIENTA DMAIC PARA EL PROYECTO				
OBJETVO GENERAL				
Mejorar el proceso de pedido de materiales actual por medio de un modelo de diagnóstico adecuado para disminuir los costos innecesarios, los excedentes y los faltantes de producto.				
D	M	A	I	C
DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	IMPLEMENTAR	CONTROLAR
OBJETVOS ESPECIFICOS				
Identificar el proceso. Identifica las características críticas para la calidad (CTQ). Define cual debe ser. Define el objetivo el cual de ser específico, medible, alcanzable y relevante.	Mide el desempeño actual del proceso. Limita el alcance a los clientes más importantes.	Analiza y determina la causa raíz de los problemas y o defectos. Identifica las causas potenciales. Identifica las causas de mejora en el proceso.	La solución está de acuerdo con las metas de la compañía. Mejora/Optimiza el proceso.	Implementar la solución. Asegurar que los nuevos problemas son identificados rápidamente. Estandarizar y copiar el concepto.
HERRAMIENTAS				
CTQ's. Diagrama de los procesos.	Mapeo de procesos a nivel detallado. Diagrama de pareto. Herramientas básicas de estadística.	Lluvia de ideas. Diagrama de Ishikawa. Mapeo de procesos.	Diagrama de Gantt. Cuadro de responsabilidades.	Gráficos de control. KPI's de Gestión.
DESCRIPCIÓN				
Definición del problema y Justificación del Proyecto	Diagnóstico de la situación actual.	Identificación de las causas principales.	Implementación de la mejora.	Controlar y mejorar el proceso.
RESULTADO ESPERADO				
Lograr y garantizar un aprovisionamiento adecuado y eficaz que permita incrementar el nivel de servicio en el Almacén de Materiales de RECOPE S.A. y la disminución de costos para la empresa.				

Fuente: Elaboración propia

2.5 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS

El período de indagación de proyectos similares se delimitó desde el 2008 hasta el 2018, donde se abordarán diferentes tesis relevantes al tema en desarrollo en el presente proyecto.

En año 2010 se realizó un trabajo de investigación por parte de un docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia, dicha investigación se denomina “Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multipropósito y de alta variabilidad”

Dicha investigación se dirigió al establecimiento de una metodología para la gestión de la demanda en ambientes multiproducto para los distintos eslabones de la cadena de suministro y con alta variabilidad en la demanda.

La metodología propuesta consistió en dos fases: la primera busca una clasificación de los productos de acuerdo con dos criterios, uno de movimiento para representar la rotación de inventarios, y el segundo de importancia respecto a las variables de costo, volumen y peso; el resultado de esta fase fue un conjunto de categorías para clasificar los productos e identificar aquellos más importantes y aquellos que se deben descontinuar.

La segunda fase consistió en realizar un pronóstico agregado de acuerdo con la variabilidad que se presenta en cada una de las categorías identificadas, se empleó el coeficiente de variación como medida de variabilidad y el método de suavización exponencial doble y promedios móviles como técnicas de pronósticos.

La conclusión primordial a la que llegó el investigador fue que los criterios para clasificar los ítems deben conciliar las características de rotación con los de valor, por lo tanto se establecen los criterios de movimiento y los de importancia.

Con el primero, se establece las clases y con el segundo el tipo. En el caso particular de la instancia, se encontró que existe un porcentaje significativo de ítems — con demanda cero en el horizonte de planeación o en el último año de dicho periodo, a los cuales se les debe

analizar su baja o al menos establecer un periodo de vigilancia para, en un próximo futuro, eliminarlos del maestro de materiales.

Debido a lo anterior es que dicha investigación tiene relación con este proyecto de graduación.

En el año 2018 en la Universidad de Costa Rica, se realizó el proyecto de graduación a cargo del estudiante Efraín Rojas Abarca el cual se nombró como “Diseño de un sistema de gestión de las operaciones del CEDI XYZ.

- Dicho proyecto tuvo como objetivo diseñar un sistema de gestión de las operaciones primarias y de apoyo en el CEDI XYZ, que permitiera apoyar efectivamente la capacidad operativa instalada y obtener un mejor control de la exactitud del inventario, de modo que no se comprometa la sostenibilidad de la empresa.

3 CAPITULO III
MARCO METODOLOGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El tipo de investigación que se plantea en este proyecto de graduación es aplicado, ya que lo que busca es poner en práctica dentro del Almacén de Materiales de Recope todos los conocimientos adquiridos, esto con el fin de contar con una metodología para establecida para el pronóstico de materiales.

Como paso para la definición del problema se hará uso de la filosofía Six Sigma, la cual ha sido ampliamente utilizada para reducir variabilidad e incrementar calidad y productividad de las empresas que la aplican.

Como parte del uso de esta herramienta se emplea la metodología DMAIC de mejora de procesos (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) donde se tomará como base para el propósito requerido la etapa de Definir.

La naturaleza del proyecto es mixta, la cual se compone de aspectos cualitativos y cuantitativos para esta investigación, con lo cual quedará demostrado que con una buena administración y una metodología clara a la hora de hacer los análisis de pronósticos de materiales se obtienen muchos beneficios en cuanto al abastecimiento de materiales, los cuales se traducen en mejoras económicas.

El carácter de este proyecto es el de resolver un problema debido al no adecuado análisis de la demanda de materiales con respecto a las distintas variables que se puedan presentar.

3.1.1 Enfoque cuantitativo

En esta parte del proyecto se efectuará el uso de la recolección de datos para la preparación de la información y posterior análisis a través de herramientas estadísticas que permitan su representación.

3.1.2 Enfoque cualitativo

En relación con este proyecto, es imperativo el buen manejo de la recolección y análisis de los datos recolectados, ya que a través de estos se podrá plantear las posibles mejoras sobre las causas expuestas, así como las recomendaciones para el mismo.

3.1.3 Sujeto de la investigación

Se denomina sujeto de la investigación al objeto de estudio o análisis para la cual se implementarán las mejoras.

Para este proyecto se analizará el proceso de pedido de materiales el cual está afectando los indicadores del almacén y las causas por las que se produce esto.

3.1.4 Población o Universo

Se denomina población a los elementos que serán evaluados en el proyecto y que se determinan como los materiales que mantiene el almacén dentro de su stock para el funcionamiento adecuado y necesario del negocio.

3.1.5 Muestra

Las muestras son obtenidas de poblaciones finitas o infinitas y deben de cumplir con los dos principales requerimientos del muestro inferencial como los son la aleatoriedad y la representatividad.

Lo que se pretende es que los resultados encontrados logren generalizarse o extrapolarse a la población; donde el interés de esta es que sea representativa.

3.1.6 Fuentes de información

La fuente principal para la recolección de datos proviene de los registros históricos de la demanda de materiales y que se extraen del sistema ERP con que cuenta la empresa, donde para el objetivo de este proyecto se utiliza la información de los últimos tres años.

La fuente secundaria de la información se da por medio de consultas o entrevistas a los involucrados en todos los procesos del almacén.

3.1.7 Definir.

Esta fase de la metodología Six Sigma se refiere básicamente a la limitación del problema, y sirva para saber en qué área es que se encuentra el problema, poder ubicarlo dentro de una rama específica para su estudio y lograr ofrecer una solución y así mismo poder dar a conocer los objetivos y variables críticas del mismo.

En esta fase además se toman en cuenta aspectos claves de la organización, se define quien son los usuarios o clientes, sus requisitos y los procesos claves que pueden afectarlos, en otras palabras, lo que se busca es identificar los posibles proyectos de mejora dentro del proceso en estudio.

También identifican posibles proyectos de mejora dentro de la empresa y en conjunto con la administración se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores.

De acuerdo a Bersbach (2009), para definir de manera correcta el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

Para lograr la obtención de la información requerida, se hará uso de las siguientes herramientas:

Tabla 1 Herramientas para la definición

DEFINIR
Mapeo de proceso
Diagrama de Flujo
Análisis de la situación actual
Diagrama Sipoc

Fuente: Elaboración propia

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICION Y EL RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.

3.2.1 Medir

Habiendo establecido unas métricas a seguir que nos ayuden a conocer la situación en la que se encuentra el problema que queremos resolver, debemos medir estos parámetros y establecer un seguimiento que nos permita más adelante poder analizar la situación.

Con lo anterior se logra determinar cómo es el desempeño actual del proceso, que es lo que vamos a medir y en cual parte del proceso específico es que se va a implementar la mejora.

Una vez definido el problema, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2002). Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño.

A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema.

Esta etapa debe permitir responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente o usuario? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente?

Para esta parte de estudio y medición del proyecto se identifican las causas claves del problema, para con esto realizar la recolección de datos en el proceso que es objeto de estudio y poder validar el proceso. La obtención de la información se realizará por medio de las siguientes herramientas:

Tabla 2 Herramientas de medición

MEDICIÓN
Clasificación de materiales
Análisis de demandas
Delimitación de grupos y materiales
Análisis específico de familias
Error en el punto de reorden

Fuente: Elaboración propia

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO

3.3.1 Analizar

Con los datos que hemos recogido haremos un análisis de estos, para tratar de averiguar las razones por las que algo está fallando y qué acciones deben llevarse a cabo para poder corregir el problema y mejorar los KPIs que nos hemos marcado.

En esta parte de análisis de los datos recogidos se determina cuáles son las causas del mal desempeño de los procesos con vistas a una posible eliminación, logrando determinar cuál es la causa raíz de los problemas y o defectos.

Se logra entender la razón por la cual se presenta la variación, cuales las causas principales y las oportunidades de mejora.

En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso.

Las preguntas por contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso?

Para el resumen de las causas que se determinen se utilizan las siguientes herramientas:

Tabla 3 Herramientas de medición.

ANALIZAR
Análisis de StakeHolders
Matriz de responsabilidades
Herramienta 5Porque?
Herramienta Multivoto
Diagrama Sipoc

Fuente: Elaboración propia

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.4.1 Mejorar

Una vez que se ha determinado el problema se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable.

De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema.

Algunas de las preguntas que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son: ¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?

En esta parte se generan, desarrollan y cuantifican las posibles soluciones al problema detectado y se implementan las más convenientes utilizando técnicas de toma de decisiones para ordenarlas considerando los criterios emitidos y seleccionando el mejor.

Además, se logra mejorar u optimizar el proceso evaluando y seleccionando una solución final.

Dicha etapa comprende el uso de las siguientes herramientas:

- Lluvia de ideas.
- Diagrama de Gantt.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACION, ASEGURAMIENTO Y CONTROL.

3.5.1 Controlar

En esta etapa se implementa la solución, se establece un plan de controles que puedan garantizar que la mejora alcanzará el nivel deseado y que la mejora sea mantenida a través de un periodo largo de tiempo, además de esto que garantiza el proceso eficiente de los procesos y la satisfacción de los usuarios o clientes y por último se establece el plan de acciones que deben ser tomados para la mejora continua de los procesos con el fin de asegurarse de que los nuevos problemas sean identificados de manera rápida y efectiva.

Las preguntas por responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?

Dicha etapa comprende el uso de las siguientes herramientas:

- Gráficos de control, o indicadores de gestión

Tabla 4. Metodología general del proyecto.

Fase	Actividad	Herramientas	Resultados
Fase	Actividad	Herramientas	Resultados
T	Describir los procesos, operaciones, recursos económicos y operacionales de la cadena de suministro y del Almacén de la dependencia, así como su método de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de flujo del proceso. • Entrevistas con el personal. • Observación directa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones con sus clientes internos y externos. • Estructura operativa del Almacén y su relación con la Dirección de Suministros.
	Caracterizar el inventario y el comportamiento de la demanda.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propósito, finalidad y condiciones físicas de los materiales almacenados.
		<ul style="list-style-type: none"> • Análisis estadístico descriptivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Errores de pronóstico y caracterización del método de pronósticos. • Oportunidades de mejora respecto al modelo de inventario utilizado en el Almacén.
		<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto. 	<ul style="list-style-type: none"> • A, B, C de los productos según su demanda y por faltantes.
F	<p>Determinar causas por la cuales se presenta una mala planificación de las necesidades del almacén de materiales.</p> <p>Considerar los resultados obtenidos para determinar las oportunidades de mejora para desarrollar en el diseño del sistema de gestión de abastecimiento y planificación de necesidades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Ishikawa. • Entrevista con el personal y expertos en contratación administrativa. • Observación directa. • Cuadro de resumen. • Grupos multidisciplinarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de mejora en el trato y clasificación de los materiales. • Falla en las métricas y el cumplimiento de las funciones de la dependencia de Administración de Almacenes. • Productos que presentan desabastecimiento. • Oportunidades de mejora para el diseño del sistema de gestión de abastecimiento y planificación de necesidades.

Elaboración propia.

Diseño	Diseñar un Sistema de planificación de necesidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de mejora continua DMAIC • Entrevistas • Grupos multidisciplinarios • Lluvia de ideas • Análisis estadístico 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestión de abastecimiento y planificación de necesidades
Validación	Realizar un plan piloto para la implementación del sistema de mejora continua de gestión de abastecimiento y planificación de necesidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan piloto. • indicadores de éxito 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el nivel de servicio • Disminución de las diferencias entre la cantidad de material planificado y lo utilizado • Estandarización de los procesos en el Almacén. • Beneficios obtenidos con la implementación de las propuestas
		<ul style="list-style-type: none"> • Matriz costo-beneficio 	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilidad económica de la propuesta

Tabla 5 Metodología general del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4 CAPITULO IV
LÍNEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS

La finalidad en este apartado del proyecto es lograr obtener la información necesaria que ayude a comprender cuales son las causas que generan el problema, o bien definir la situación actual en cuanto al proceso de aprovisionamiento de materiales.

Para el abordaje de este capítulo se establece una guía, con la cual se logre una mejor comprensión de este:

Tabla 6 Herramientas de uso en la fase de definición.

DEFINICIÓN	Situación Actual	El fin es tener un claro entendimiento del entorno de la empresa, las fortalezas y debilidades del proyecto y las posibles mejoras que se pudieran adoptar para mejorar constantemente. Este es un proceso que permitirá tener claro los pasos a seguir para lograr el éxito del proyecto.
	Mapeo del Proceso	El propósito del mapeo del proceso es lograr identificar, entender y conocer bien el proceso existente con el objetivo de mejorar el nivel de satisfacción de clientes y empleados, así como mejorar la calidad del servicio y la reducción de los costos adicionales.
	Diagrama de Flujo	El uso de esta herramienta se da con el objetivo de lograr determinar las distintas fases del proceso y su actual funcionamiento lo cual arroja como resultado el estudio y mejora de los procedimientos actuales.
	Diagrama SIPOC	El fin de utilizar esta herramienta es la obtención de un mayor conocimiento o entendimiento de la manera en que se trabaja dentro del almacén de materiales y como se efectúan los procedimientos, dando una descripción asertiva de lo que se hace, impidiendo así también la aparición de posibles errores o fallas durante los procesos, siguiendo una serie de normas establecidas para mejorar la gestión en calidad

Fuente: Elaboración propia.

En este primer paso se definen las oportunidades, el alcance, los objetivos y los participantes involucrados en el proceso en análisis.

En general, en este paso se reflexiona sobre las mejoras que se pueden realizar y centrarse en las más relevantes y viables.

Tabla 7 Herramientas de uso en la fase de medición.

MEDICIÓN	Clasificación General de los Materiales	La intensión de esta clasificación es separar según aspectos técnicos y de proceso los materiales, para utilizar una misma técnica de control de inventario y de pronóstico todos los ítems de un mismo grupo. Esta clasificación se realiza con respecto las necesidades de la empresa.
	Análisis de la demanda por Familias de artículos	Cuando el control de inventarios abarca cientos de artículos crea un problema enorme para la empresa, debido a esto se crean familias de artículos a la cuales se realiza un análisis en su demanda para lograr determinar cuales son las más críticas para el desempeño de los procesos con que cuenta la organización.
	Delimitación de un grupo de artículos	Debido a que el inventario de la organización está compuesto por miles de artículos con diferentes precios, demandas y tiempos de entregas no es posible y deseable prestar atención a todos los ítems. Debido a esto se realiza una delimitación para concentrar los esfuerzos en donde tendrán un mayor impacto.
	Análisis de la Familia de Uniformes y Equipo de Protección Personal	Debido a la alta participación en la demanda de esta familia y su alto costo económico para la empresa es que el estudio se dirige a este grupo de artículos.
	Error en el Punto de Reorden General de Materiales	Debido a la baja incidencia que este punto tiene en la percepción de los técnicos de suministros, es que se desea demostrar que su influencia es una causa determinante al momento de tomarlo como herramienta de pronóstico para el cálculo de las necesidades del almacén cuando los encargados hacen uso del mismo.

Fuente: Elaboración propia.

En esta parte del capítulo se realiza la medición de los aspectos más importantes mediante la recolección de datos para poder evaluar el escenario actual, preferentemente de forma cualitativa, cuantitativa y estadística y poder establecer las bases para las mejoras que se pretenden, esto con el fin de poder comparar la situación actual con el resultado obtenido mediante las mejoras y verificar si las mismas han sido satisfactorias.

Tabla 8 Herramientas de uso en la fase de Análisis.

ANÁLISIS	Análisis de Stake Holders	El Análisis del Stakeholder es un modelo de análisis que para este proyecto es utilizado con el fin de identificar e investigar el campo de poder conformado por cualquier grupo o individuo que pueden afectar o ser afectados por el logro de los objetivos que se determinaron previamente.
	Matriz de asignación de Responsabilidades	La matriz de asignación de responsabilidades es un mapa estructural que ilustra en quién recaen tareas y responsabilidades en la organización. Cada miembro del proyecto tiene sus tareas y responsabilidades en plasmada en la matriz.
	Diagrama de Ishikawa	Este diagrama es una representación gráfica cuya función en el marco de este proyecto es visualizar las causas que explican un problema. La misma es una herramienta de la Gestión de la Calidad que se empleará para la toma de decisiones y el abordaje de las causas que determinan un desempeño deficiente.
	Herramienta de Análisis Multivoto	Esta es una técnica grupal para la toma de decisiones la cual se utiliza con el fin de reducir una larga lista de causas a una cantidad que priorice y reduzca las primordiales.
	Los cinco ¿Porque?	La técnica de "los 5 por qué" es un método de análisis basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular, es proceso de trazabilidad, donde se hacen preguntas para analizar las posibles causas del problema, caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis por medio de las herramientas seleccionadas se logra identificar la causa raíz del problema, además se logra priorizar y validar la misma.

Con los datos recogidos, para poder localizar el origen de los problemas en los procesos e identificar oportunidades para mejorarlos.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La problemática actual es acerca del porqué las cantidades de materiales que se planifican no logran cubrir la demanda de materiales que se presenta anualmente, lo cual se está viendo reflejado en la constante utilización de un método de adquisición de materiales denominado como “Compra por Caja Chica”, además de esto, se está llegando a una cantidad excesiva de materiales declarados como obsoletos lo cual preocupa a la jefatura del almacén, ya que está generando pérdidas económicas y atrasos para los distintos usuarios.

Ilustración 12. Vista Panorámica, Sección A del Almacén de Materiales



Fuente: Elaboración propia.

4.2 ANALISIS DEL PROCESO DE PLANIFICACION DE MATERIALES

Cuando el control de inventarios abarca cientos o miles de ítems como ocurre en el almacén de materiales de RECOPE, se crea un problema serio para la administración, ya que llevar un registro para cada uno de los ítems y tener la misma capacidad de control en cada uno de ellos es sumamente complicado.

En razón de lo anterior, se puede decir que el exceso y la escasez no afectan a todos los ítems en almacenamiento en igual manera, por lo que entonces es mucho más fácil dividir los ítems en un número de grupos (familias) y utilizar las mismas técnicas de pronósticos y control de inventarios para todos los ítems de una misma familia.

La agrupación de los artículos se puede hacer en muchas maneras diferentes y debe depender de las necesidades de la organización

La planificación de requerimientos de materiales, y la gestión de stock tienen como base un soporte matemático y se utiliza cuando el método de gestión del flujo del material es programado y se parte de una demanda conocida.

En este proceso participan distintos eslabones que dan como resultado la obtención de una meta en común como lo es el abastecimiento de materiales para todas las necesidades de RECOPE.

Razón de lo anterior, se establece la medición de cada uno de los factores críticos que afectan este proceso.

Actualmente el Almacén de materiales se encuentra dividido en 16 familias de artículos con el fin identificar tipos de materiales, clases y mismas características.

Los técnicos de suministros son responsables de cierto número de familias, las cuales les son asignadas por la jefatura del almacén y debido a esto cada técnico es encargado del manejo del stock perteneciente a cada una de ellas, así como el correcto manejo de los procesos críticos de la estimación de la demanda, la planeación de inventarios, la planeación de los recursos económicos necesarios, así como el seguimiento de la rotación de cada familia.

4.2.1 Mapeo del proceso: Diagrama de Flujo General

Mediante el uso de un diagrama de flujo de funciones cruzadas, se pretende mostrar y dar a entender el proceso completo de planificación de necesidades del Almacén El Alto para luego segmentarlo en la parte que se determina como sujeto de mejora.

Como se puede observar en el diagrama actual, el proceso se compone por distintas fases, Planificación de Presupuesto y formalización, Abastecimiento de Materiales y Almacenamiento y Despacho.

En la primera fase se lleva a cabo la parte del estudio económico y pronóstico de materiales para la asignación de presupuesto y la realización de los trámites administrativos que lleva este proceso.

Seguidamente se inicia la fase de abastecimiento de materiales en donde predomina la parte administrativa propiamente del almacén, en la cual los asistentes de almacén realizan la verificación de los materiales solicitados, en cuanto a cantidades pactadas, fichas técnicas, tiempos de entrega, multas, etiquetado de artículos y por último el ingreso de los materiales al sistema integrado ERP con que cuenta la empresa.

Esta fase involucra además a los técnicos de suministros; estos realizan la solicitud de los materiales y son los responsables de verificar mediante una inspección de que los suministros cumplan técnicamente con todo lo solicitado.

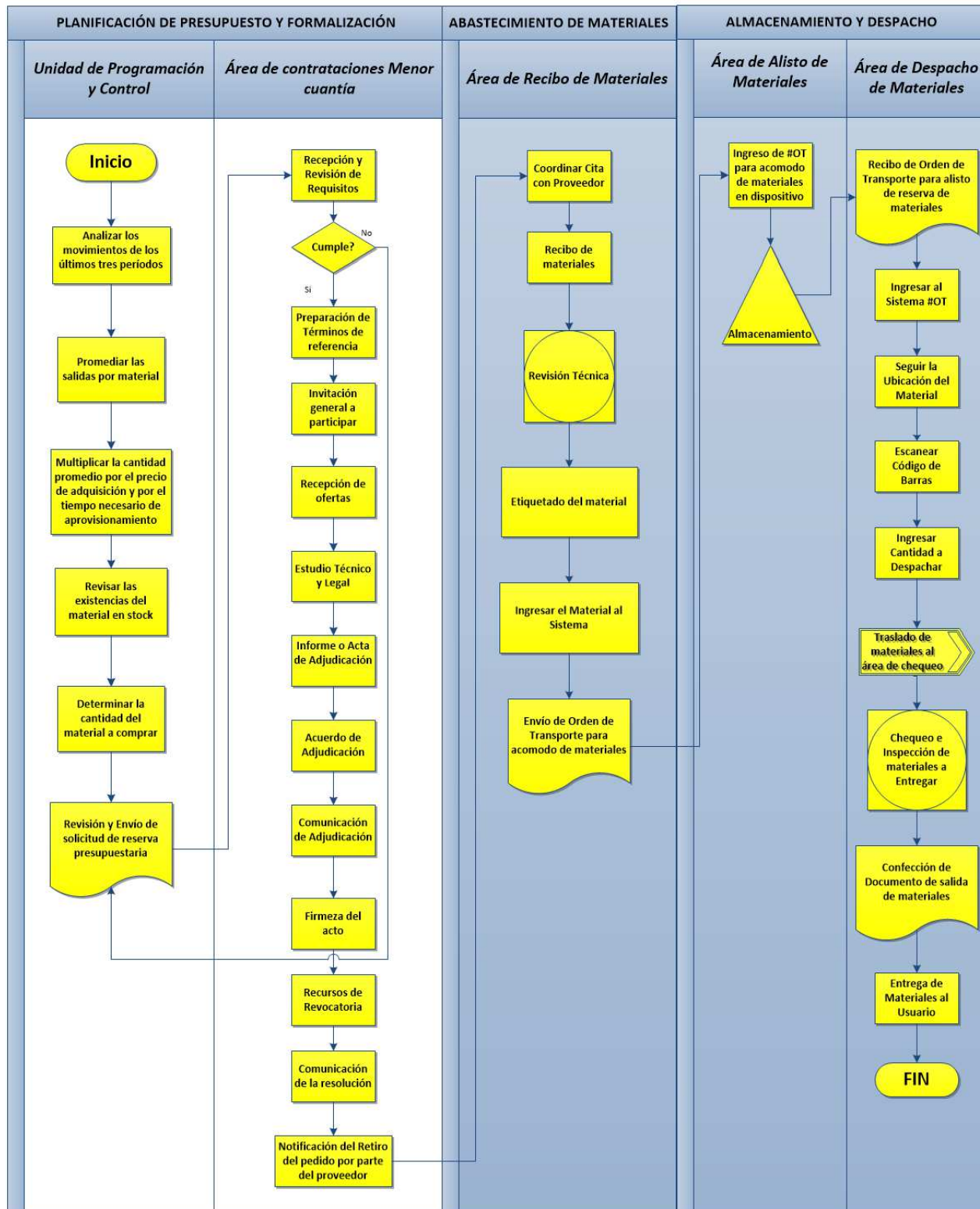
La última fase del proceso se compone del almacenamiento y despacho de los materiales en la cual participa la parte operativa del almacén.

El acomodo de materiales, así como su entrega al usuario final puede necesitar de un empleo mayor de los recursos con que cuenta el almacén, esto con el fin de garantizar el manejo adecuado y seguro de los bienes.

A continuación, el diagrama de flujo mencionado:

Ilustración 13. Proceso General de Planificación de Necesidades del Almacén El Alto.

PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE NECESIDADES DEL ALMACÉN EL ALTO



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, se procede a especificar la fase que va a ser sujeto de estudio, la cual es la de Planificación de Presupuesto y Formalización, específicamente en lo que le corresponde a la Unidad de Programación y Control:

Ilustración 14. Diagrama de flujo específico del Área de Programación y Control



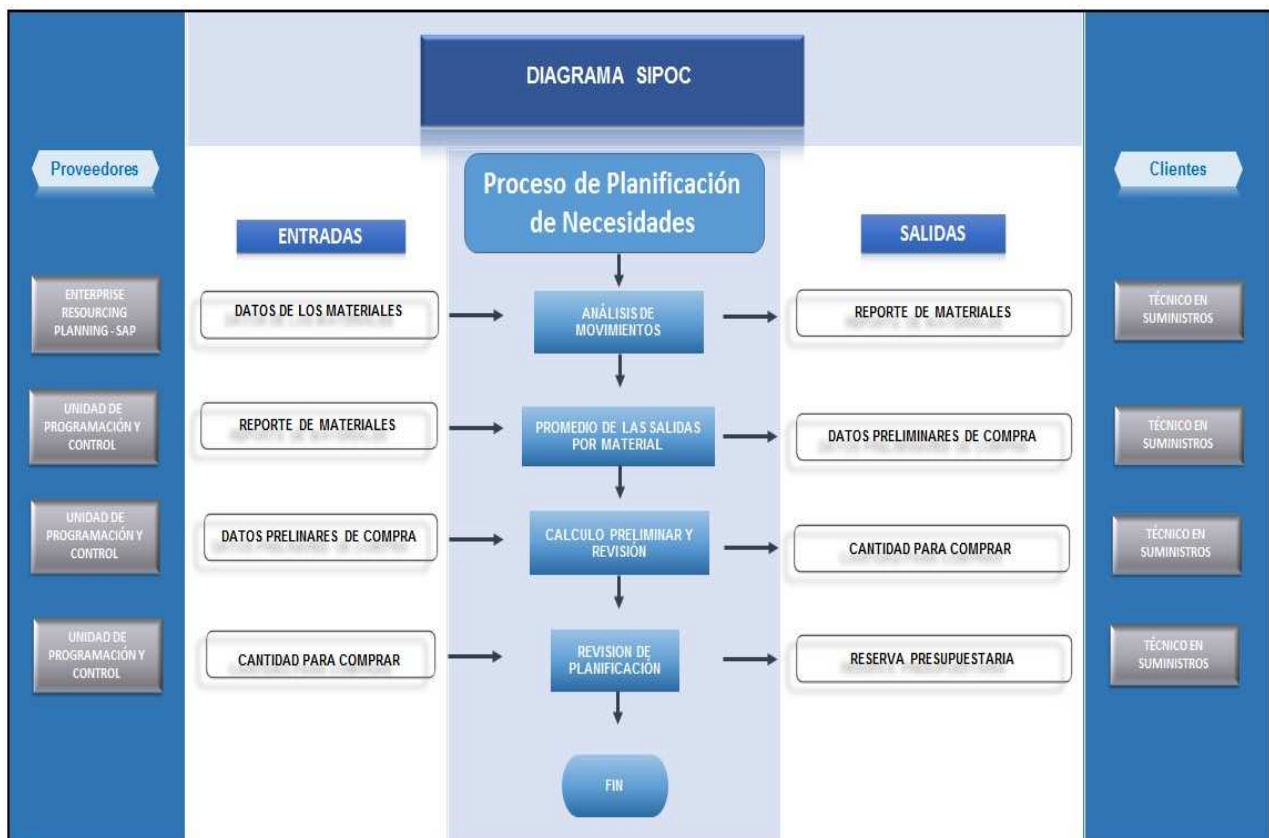
Fuente: Elaboración propia.

4.3 DIAGRAMA SIPOC

El Departamento de Almacenes tiene como responsabilidad, el abastecimiento de los materiales, repuestos, accesorios y todo lo necesario para el funcionamiento óptimo del proceso de abastecimiento de combustibles en el país.

El siguiente diagrama SIPOC permite observar cuales son las partes involucradas en el proceso de la planificación de necesidades del almacén, a partir de la necesidad de aprovisionamiento hasta la fase final en la que se concluye el proceso con la generación de una reserva presupuestaria que respalde económicamente todo el trámite.

Ilustración 15. Diagrama SIPOC (Supplier – Inputs- Process- Outputs- Costumer)



Fuente: Elaboración propia.

Este diagrama permite además conocer el proceso de manera más general y conocer cuáles son las partes que aportan elementos importantes al proceso.

El proceso de planificación de necesidades da inicio de la siguiente manera:

- El ERP (Enterprise Resourcing Planning) le brinda al técnico encargado de iniciar el proceso, la información necesaria a través de un listado con las demandas de todos los artículos pertenecientes a las familias asignadas en los últimos tres años.
- Los datos recolectados respecto a los materiales que han tenido movimiento en los últimos tres años son analizados con el fin de excluir los materiales que no tuvieron salida para clasificarlos como obsoletos, los mismos serán luego parte de un proceso mediante el cual, el almacén se encargará de sacar del sistema el material.
- Con los datos restantes luego de obviar los materiales obsoletos, el técnico se encarga de promediar la salida para cada uno de los materiales y con esto lograr determinar cuál es la cantidad mensualmente que se consume de cada uno de ellos y establece una cantidad preliminar de compra.
- Con las cantidades establecidas de consumo mensual y la cantidad preliminar menos la cantidad existente en el stock, el técnico procede a verificar los tiempos de entrega que tiene cada uno de los proveedores para las cantidades preliminares que se van a adquirir.

Por último;

- La jefatura del Área de Programación y Control, quien es la responsable de realizar la revisión de los datos recibidos por parte del técnico y generar una reserva presupuestaria se encarga de dar el respaldo económico para la adquisición de los materiales solicitados.

4.4 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS MATERIALES

RECOPE dentro de su stock de materiales para el Almacén El Alto, cuenta con un total aproximado de 10,730 artículos o SKU's se encuentran divididos en 81 clases y categorías; estos a su vez se dividen en 16 grupos o familias de artículos.

Dentro de esta clasificación de artículos se encuentran materiales que son muy propios del negocio al cual se dedica RECOPE, por lo cual la cantidad de materiales por categoría varía de una a otra.

Tabla 9 Clasificación de materiales por familia

FAMILIAS	CLASE Y CATEGORÍA	ARTÍCULOS
MATERIALES Y PRODUCTOS METALICOS	1001 TUBERIA DE HIERRO Y ACCESORIOS	237
	1002 TUBERIA DE ACERO Y ACCESORIOS	673
	1003 TUBERIA DE ALEACION Y ACCESORIOS	271
	1004 TUBERIA DE BRONCE, COBRE, ALUMINIO Y ACCESORIOS	136
	1005 TUB.ESP. Y ACC: HORNOS, CALD., TERM., PERF POSOS, CARGA COMB	2
	1099 OTROS	19
REPUESTOS Y ACCESORIOS	2001 VALVULAS DE BRONCE, COBRE Y ACCESORIOS	35
	2002 VALVULAS DE HIERRO FUNDIDO Y ACCESORIOS	4
	2003 VALVULAS DE ACERO Y ACCESORIOS	135
	2099 OTROS	5
	6001 PLANTA ELECTRICA (GENERADOR, TRANSFORMADOR, REP. Y ACC.)	13
	6002 PLANTA DESALADORA, REPUESTOS Y ACCESORIOS	5
	6004 TANQUES ESTACIONARIOS Y TECHOS FLOTANTES	2
	6006 CALDERAS, REPUESTOS Y ACCESORIOS	127
	6008 INTERCAMBIADORES DE CALOR, REPUESTOS Y ACCESORIOS	16
	6009 COMPRESORES, REPUESTOS Y ACCESORIOS	777
	6010 BOMBAS, REPUESTOS Y ACCESORIOS	1575
	6011 MOTORES, REPUESTOS Y ACCESORIOS	487
	6012 MAQUINARIA PARA SOLDAR, REPUESTOS Y ACCESORIOS	81
	6013 COLECTORES PARA DERRAME DE PETROLEO, EQUIPO, ACCESORIO Y R	19
6099 OTROS	386	
PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	3001 UTILES Y MATERIALES PARA OFICINA	92
	3004 PAPEL CONTINUO PARA COMPUTO Y PAPEL PARA FOTOCOPIADORA	2
	3005 FORMULARIOS IMPRESOS	41
	3006 PAPEL PARA TELEX, FAX Y OTROS	2
	3008 CAJAS PARA ARCHIVAR O ALMACENAR MATERIALES O DOCUMENTOS	2
	3099 OTROS	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Clasificación de materiales por familia

TINTAS, PINTURAS, DILUYENTES Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	7001 QUIMICOS PARA PROCESO EN REFINERIA	2
	7006 GASES INDUSTRIALES (RECARGA DE EXTINTORES Y OTROS)	8
	7008 PINTURAS EN GENERAL	65
	7009 PASTAS Y PASTILLAS DETECTORAS DE AGUA EN COMBUSTIBLES	3
	7099 OTROS	13
HERRAMIENTAS	8001 HERRAMIENTAS MANUALES (EXCEPTO ELECTRICAS)	8
	8002 HERRAMIENTAS ELECTRICAS, PEQUEÑAS Y MEDIANAS	2
GRUAS	9008 GRUAS	1
	9099 OTROS	5
REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS	10001 LLANTAS Y NEUMATICOS	63
	10002 REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA EQUIPO LIVIANO	150
	10003 REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA EQUIPO PESADO	58
	10004 ACEITES Y GRASAS LUBRICANTES	41
	10005 BATERIAS	14
	10099 OTROS	337
MEDIDORES DE FLUJO	11001 MEDIDORES DE FLUJOS	586
	11002 MEDIDORES DE PRESION	108
	11003 MEDIDORES DE TEMPERATURA	97
	11005 MEDIDORES DE NIVELES	59
	11099 OTROS	443
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	12001 MATER. CONSTRUCCION: ARENA, PIEDRA, BLOQ, CEMENTO Y SUS PROD	11
	12002 MADERA TODO TIPO Y SUS PRODUCTOS	5
FAJAS Y RODAMIENTOS	13001 FAJAS TODO TIPO	26
	13004 RODAMIENTOS Y MUÑONERAS	233
SELLOS, FILTROS, MANGUERAS Y OTROS.	14001 FILTROS Y ELEMENTOS TODO TIPO	208
	14002 EMPAQUES TODO TIPO Y CORTADOS A MEDIDA	487
	14003 LAMINA EMPAQUE (HULE, ASBESTO, CORCHO, F IB, VIDRIO, OTRO)	11
	14004 RETENEDORES	11
	14005 SELLOS MECANICOS	201
	14006 MANGUERAS Y SUS ACCESORIOS	135
	14099 OTROS	4
ARTÍCULOS FERRETEROS	15001 ARTIC. DE FERRETERIA EN GENERAL (INCLUYE TUBERIA PVC Y ACC.	380
	15002 TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS	415
	15003 ELECTRODOS Y ACCESORIOS PARA SOLDAR	129
	15004 ALAMBRES Y ACCESORIOS PARA METALIZAR	11
	15099 OTROS	2
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	17001 UNIFORMES EN GENERAL, INCLUSO LOS DEPORTIVOS	86
	17002 CALZADO TODO TIPO	53
	17003 EQUIP. PROTEC. PERS: CAPAS, ANTEOJOS, CASCOS, GUANTETES Y OTROS	84
ARTÍCULOS DE LIMPIEZA EN GENERAL	19001 ARTICULOS PARA LIMPIAR ENSERES, PISOS Y EQUIPOS	8
	19002 ARTICULOS PARA ASEO PERSONAL	3
	19003 ARTICULOS DE PAPEL	4
	21001 BARRAS	98
	21002 TUBO CUADRADO, PERFILES Y ANGULARES	26
	21003 VARILLA Y VIGAS	16
	21004 LAMINAS Y PLATINAS	62
EQUIPOS ELECTRÓNICOS	22001 EQUIPOS ELECTRONICOS, REPUESTOS Y ACCESORIOS	3
	22002 EQUIPOS ELECTRICOS (PANELES), ACCESORIOS Y REPUESTOS	72
	22003 ACCESORIOS, CONDUCT. Y CONECTORES PARA INSTALACION ELECTRICA	600
	22005 RADIOCOMUNICACIÓN Y TELEFONIA, REPUESTOS Y ACCESORIOS	54
	22006 PROTECCION CATODICA, EQUIPOS, ACCESORIOS Y REPUESTOS	3
MOBILIARIOS	99006 EQUIPOS, MOBILIARIO Y SUMINISTROS PARA SODAS	2
	99008 EQUIP.SEG.INDUS:EXTINT,ALARMA,SIRENA,SISTELECT. HIDR,MARCHAM	74
	99009 COMESTIBLES COMO: CAFE, VERDURAS, LECHE, TODO TIPO DE BEBIDA	1

TOTAL DE ARTÍCULOS 10730

Fuente: Elaboración propia.

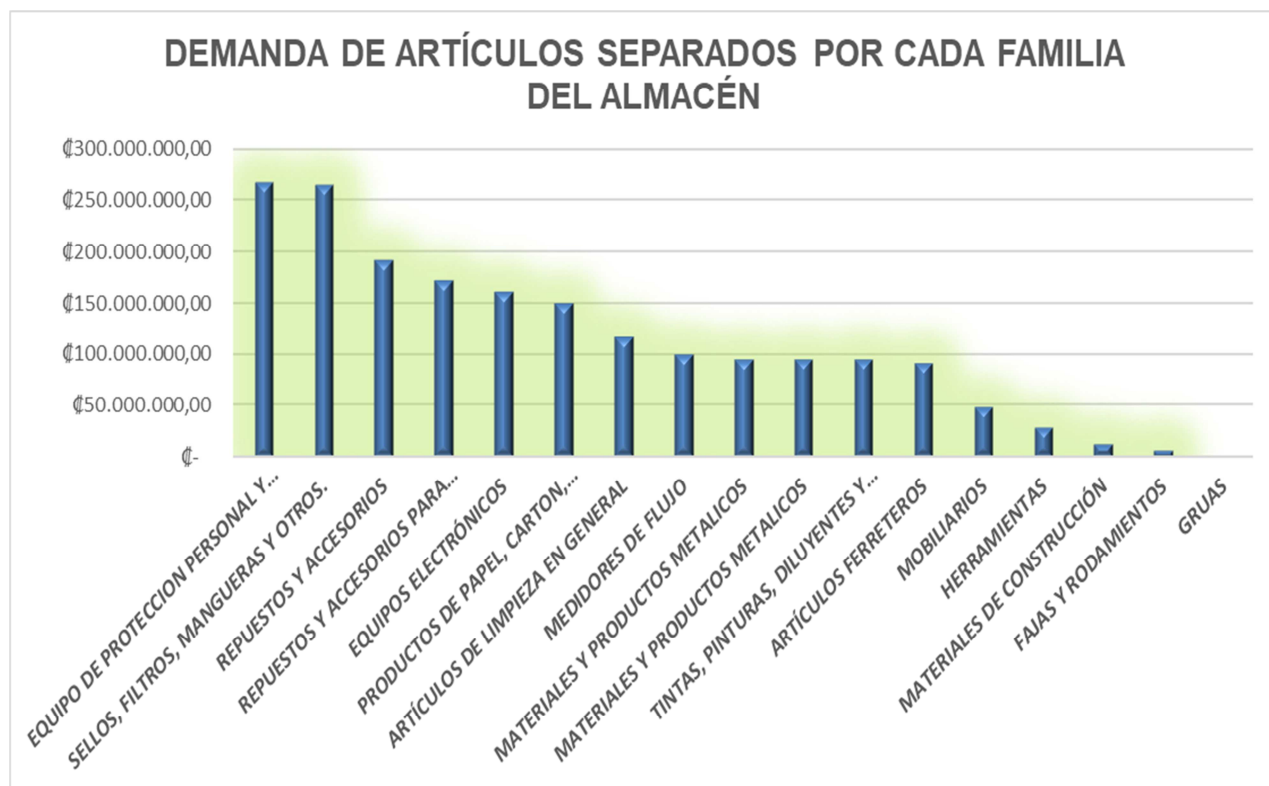
Como se puede observar la familia que más artículos tiene es la que corresponde a los "Repuestos y accesorios" con un total de 3667 artículos, esta abarca materiales

con varios tipos de variables como peso, volumen y peso; como lo menciona Ballou, R. (2004) el inventario puede ser clasificado en los aspectos de manufactura, servicio y control.

4.5 ANALISIS DE LA DEMANDA DE ARTÍCULOS SEPARADOS POR CADA FAMILIA DEL ALMACÉN

A continuación, se muestran cuáles son las familias que tienen más consumo en el almacén de materiales, este dato se obtiene mediante la recolección de datos del SAP y corresponde a los últimos tres años (2016 - 2018), para determinar cuál o cuáles familias son más representativas. (Ver apéndice A).

Ilustración 16. Consumo comprendido entre los períodos 2016 al 2018 para el Almacén El Alto



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 8; se observa que la familia que tiene la demanda más alta es la de Equipo de protección personal compuesta por un total de 214 artículos y un monto de ₡266.633.857,47 colones, lo que equivale al 14,72% de la demanda total para los períodos mencionados, la cual fue por un monto de ₡1.811.391.963,12 colones.

Se tomaron tres períodos con el objetivo de que puedan ingresar en el análisis los materiales que tienen una baja rotación y que también cuentan con tiempos de entrega muy amplios otorgados a los proveedores, estos plazos se deben a lo específico de los materiales que utiliza RECOPE y pueden alcanzar hasta de 7 meses para terminar todo el proceso de entrega que en algunos casos conlleva tramites de nacionalización.

4.6 DELIMITACION DEL GRUPO DE ARTICULOS PARA EL ANALISIS DE PRONÓSTICOS

Como complemento del análisis de la demanda de cada una de las familias, se procede a delimitar mediante el uso de distintas herramientas un tipo de familia, la cual sirva de referencia para el entendimiento y medición de la situación actual.

4.6.1 Índice de rotación para cada una de las familias de artículos

El cálculo de los índices de rotación para cada una de las familias se utiliza como parámetro de control de la gestión logística del almacén y con el mismo se espera observar el número de veces que se han renovado las existencias en el periodo de un año. (Apéndice A)

Tabla 11. Índice de rotación para cada una de las familias de artículos, período 2018.

FAMILIA	INICIAL	FINAL	TOTAL	PROMEDIO	DEMANDA	INDICE ROTACION
GRUAS	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0,00
REPUESTOS Y ACCESORIOS	€ 709.109.337,75	€ 685.711.769,18	€ 1.394.821.106,93	€ 697.410.553,47	€ 34.386.164,97	0,05
FAJAS Y RODAMIENTOS	€ 11.540.413,88	€ 11.511.367,73	€ 23.051.781,61	€ 11.525.890,81	€ 1.018.927,17	0,09
MEDIDORES DE FLUJO	€ 112.745.732,42	€ 95.552.081,38	€ 208.297.813,80	€ 104.148.906,90	€ 18.894.237,52	0,18
HERRAMIENTAS	€ 20.878.346,78	€ 22.517.553,48	€ 43.395.900,26	€ 21.697.950,13	€ 5.012.774,67	0,23
MATERIALES Y PRODUCTOS METALICOS	€ 75.600.068,41	€ 77.659.536,39	€ 153.259.604,80	€ 76.629.802,40	€ 19.418.112,72	0,25
SELLOS, FILTROS, MANGUERAS Y OTROS.	€ 151.565.138,19	€ 200.167.976,34	€ 351.733.114,53	€ 175.866.557,27	€ 81.678.339,74	0,46
ARTÍCULOS FERRETEROS	€ 30.995.978,85	€ 52.890.484,38	€ 83.886.463,23	€ 41.943.231,62	€ 26.406.909,43	0,63
EQUIPOS ELECTRÓNICOS	€ 55.295.793,76	€ 79.064.777,46	€ 134.360.571,22	€ 67.180.285,61	€ 50.635.190,62	0,75
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	€ 1.230.291,02	€ 5.746.324,35	€ 6.976.615,37	€ 3.488.307,69	€ 3.473.873,96	1,00
TINTAS, PINTURAS, DILUYENTES Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	€ 16.260.736,54	€ 26.670.909,93	€ 42.931.646,47	€ 21.465.823,24	€ 30.802.265,43	1,43
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	€ 75.472.914,93	€ 58.770.605,06	€ 134.243.519,99	€ 67.121.760,00	€ 97.361.666,50	1,45
REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS	€ 36.775.626,80	€ 52.720.351,02	€ 89.495.977,82	€ 44.747.988,91	€ 65.420.648,43	1,46
MOBILIARIOS	€ 4.636.168,70	€ 4.586.512,04	€ 9.222.680,74	€ 4.611.340,37	€ 14.595.233,35	3,17
PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	€ 20.614.579,95	€ 18.784.884,96	€ 39.399.464,91	€ 19.699.732,46	€ 64.750.491,15	3,29
ARTÍCULOS DE LIMPIEZA EN GENERAL	€ 5.611.908,06	€ 12.333.829,16	€ 17.945.737,22	€ 8.972.868,61	€ 37.896.382,06	4,22
INDICE ROTACIÓN GENERAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	PROMEDIO	DEMANDA	INDICE ROTACION GENERAL
0,4037	€ 1.328.333.036,04	€ 1.404.688.962,86	€ 2.733.021.998,90	€ 1.366.510.999,45	€ 551.751.217,72	0,403766393

Fuente: Elaboración propia.

Se logra determinar que siete familias presentan índices de rotación aceptables, ya que se encuentran entre 1 y 4.22 dentro de las cuales se ubica la de más demanda en el almacén, como lo es familia de “Equipo de Protección Personal y Uniformes” (Apéndice B), con un índice de rotación de 1.45 para la renovación de existencias durante un año.

Además de lo anterior se determinan nueve las familias la cuales tienen un bajo nivel de rotación, siendo la más baja la familia de los repuestos y accesorios con una rotación de 0,05 lo que indica que el movimiento de estos materiales es muy poco.

Esto se debe a que estos repuestos pertenecen a la refinería, la cual en el año 2010 se desmanteló por decisión de la administración superior y actualmente se encuentra fuera de servicio y por lo tanto el stock de repuestos no se utiliza, por lo que deben ser tratados prácticamente como materiales obsoletos.

4.6.2 Compras realizadas por el método de Caja Chica

Los gastos realizados por caja chica deben ser tratados con la misma importancia que los gastos realizados mediante pedidos generales de artículos, por esta razón se realiza un estudio de las compras realizadas para el periodo comprendido entre el 01 de Enero del 2018 al 31 de Diciembre del mismo año, con el fin de determinar cuáles son los materiales y cuales las familias que mayormente son adquiridos por medio de esta herramienta de compra auxiliar, como resultado de faltantes en el stock.

Tabla 12. Porcentaje de participación y frecuencia acumulada de las compras por caja chica.

FAMILIA	FRECUENCIA	% PARTICIPACION	F. ACUMULADA
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	₺ 40.976.285,93	34,2%	34,2%
PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	₺ 19.175.435,40	16,0%	50,2%
ARTÍCULOS FERRETEROS	₺ 14.190.551,68	11,8%	62,1%
EQUIPOS ELECTRÓNICOS	₺ 12.234.196,43	10,2%	72,3%
MEDIDORES DE FLUJO	₺ 7.304.470,67	6,1%	78,4%
ARTÍCULOS DE LIMPIEZA EN GENERAL	₺ 5.390.767,39	4,5%	82,9%
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	₺ 3.827.665,67	3,2%	86,1%
MOBILIARIOS	₺ 3.480.100,00	2,9%	89,0%
SELLOS, FILTROS, MANGUERAS Y OTROS.	₺ 3.323.369,65	2,8%	91,7%
TINTAS, PINTURAS, DILUYENTES Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	₺ 2.856.119,77	2,4%	94,1%
REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS	₺ 2.547.190,72	2,1%	96,3%
REPUESTOS Y ACCESORIOS	₺ 2.364.646,36	2,0%	98,2%
MATERIALES Y PRODUCTOS METALICOS	₺ 2.117.979,30	1,8%	100,0%
GRUAS	₺ -	0,0%	100,0%
FAJAS Y RODAMIENTOS	₺ -	0,0%	100,0%
HERRAMIENTAS	₺ -	0,0%	100,0%
	₺ 119.788.778,97	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del análisis de la tabla 10, se puede observar claramente que la familia correspondiente al “Equipo de Protección Personal y Uniformes” es la familia que tiene una mayor participación en lo que son las compras por Caja Chica con un 34,20% del total general, lo que se puede interpretar también, como que este grupo de materiales es responsable de más de una cuarta parte de todo lo que se compra por este método, lo cual coincide además con el hecho de que es el de mayor demanda dentro del almacén, y también con que su índice de rotación se encuentra por el 1,45 lo que indica que sus existencias se renuevan casi una vez y media al año.

Por el tipo de negocio y de procesos que RECOPE maneja, es imperativo para la empresa contar de manera ágil y expedita de todo lo que corresponde a este grupo de artículos, lo que hace que, al no realizar los cálculos correctos para el

aprovisionamiento de estos materiales, se disparen las compras para suplir las necesidades que se puedan presentar.

La afectación en lo que corresponde a la demanda no satisfecha de este grupo o familia de artículos puede acarrear hasta demandas de tipo legal o pérdidas económicas más grandes, debido a un tema de salud ocupacional y la cobertura por parte de los seguros con que cuenta RECOPE con el Instituto Nacional de Seguros, ya que de presentarse un accidente de tipo laboral, en algún lugar de las áreas operativas (que son donde se presenta el mayor número de incidentes) lo primero que busca la empresa aseguradora es determinar si el personal afectado cumple con todos los artículos necesarios de protección personal.

4.6.3 Afectación de las compras por Caja Chica en el Índice de Rotación de la Familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes.

Debido a la gran cantidad de materiales que se adquieren por medio de las compras por Caja Chica, el índice de rotación para el grupo de “Equipo de Protección Personal” se ve afectado de manera significativa, ya que aunque la demanda se ve satisfecha, este indicador tiene un amplio margen de sesgo, ya que oculta el problema de la mala planificación que se presenta en el almacén, el cual es el motivo para la utilización de este método de compras alterno.

Como se mencionó anteriormente, el índice de rotación para esta familia se calculó en 1,45 de manera general, lo cual es positivo para el almacén, sin embargo, esto lleva a plantear para una mejor medición, dos escenarios en los cuales se establezca de manera certera la situación real en cuanto al cálculo del aprovisionamiento para este grupo.

En razón de lo anterior, se calculó como originalmente se hizo, el índice de rotación para este grupo incluyendo las compras por caja chica:

Tabla 13. Índice de Rotación tomando en cuenta las compras realizadas por caja chica

INDICE DE ROTACION - EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES

CON COMPRAS POR CAJA CHICA

STOCK INICIAL	STOCK FINAL	TOTAL	STOCK PROMEDIO	DEMANDA	INDICE ROTACIÓN EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES
TOTAL	TOTAL	TOTAL	PROMEDIO	DEMANDA	
₺ 75.472.914,93	₺ 58.770.605,06	₺ 134.243.519,99	₺ 67.121.760,00	₺ 97.361.666,50	1,450523146

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de este análisis se determina que la rotación de los materiales para este grupo es muy buena, esto a criterio de la Jefatura del almacén para quien en su criterio que las existencias se renueven al menos una vez en el mismo periodo es la dinámica que se espera para esta familia.

También se realiza el cálculo del Índice de Rotación, pero esta vez, restando la cantidad de salidas por caja chica a la demanda.

Tabla 14. Índice de Rotación sin tomar en cuenta las compras realizadas por caja chica.

INDICE DE ROTACION - EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES

SIN COMPRAS POR CAJA CHICA

STOCK INICIAL	STOCK FINAL	TOTAL	STOCK PROMEDIO	DEMANDA	INDICE ROTACIÓN EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES
TOTAL	TOTAL	TOTAL	PROMEDIO	DEMANDA	
₺ 75.472.914,93	₺ 58.770.605,06	₺ 134.243.519,99	₺ 67.121.760,00	₺ 56.385.380,57	0,840046217

Fuente: Elaboración propia.

Se determina entonces que este indicador cae a 0,84 las veces que rotan los materiales de esta familia, con lo cual se evidencia el resultado de la mala planificación y que se tenga que hacer uso de un método de emergencia alternativo para poder satisfacer la demanda del grupo de materiales más importante o de más representación en las salidas de materiales del almacén.

4.7 ANALISIS DE LA FAMILIA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y UNIFORMES

Tomando en cuenta todo lo anterior, se decide delimitar el estudio a la familia de “Equipo de Protección Personal y Uniformes” la cual está compuesta por 214 artículos y que como se indicó anteriormente es la que mayor demanda de artículos presenta, se encuentra dentro de los grupos que mejor rotación posee durante el periodo de un año y además lidera el porcentaje de participación en lo que respecta a las compras por caja chica.

4.7.1 Determinación de los artículos que cuentan con una mayor inversión (precio)

En esta parte del análisis se identifica en cuales artículos de esta familia son en los que la empresa ha hecho la mayor inversión para darles un seguimiento más detallado de los pronósticos realizados, debido a la importancia económica de los mismos.

Tabla 15. Cantidad de artículos que componen la familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	17001 UNIFORMES EN GENERAL, INCLUSO LOS DEPORTIVOS	77
	17002 CALZADO TODO TIPO	53
	17003 EQUP PROTEC. PERS: CAPAS, ANTEOJOS, CASCOS, GUANTETES Y OTROS	84

Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de la tabla anterior, se realiza un diagrama de Pareto, para determinar en cuales artículos merecen el mayor nivel de atención de acuerdo a su valor de adquisición.

Tabla 16. Clasificación de materiales en zonas A, B y C según su valor económico.

	Zona	Número de elementos	% Artículos	% Acumulado	% Inversión	% Inversión Acumulada
0% - 80%	A	90	42%	42%	80%	80%
80% - 95%	B	66	31%	73%	15%	95%
95% - 100%	C	58	27%	100%	5%	100%
		214	100%		100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

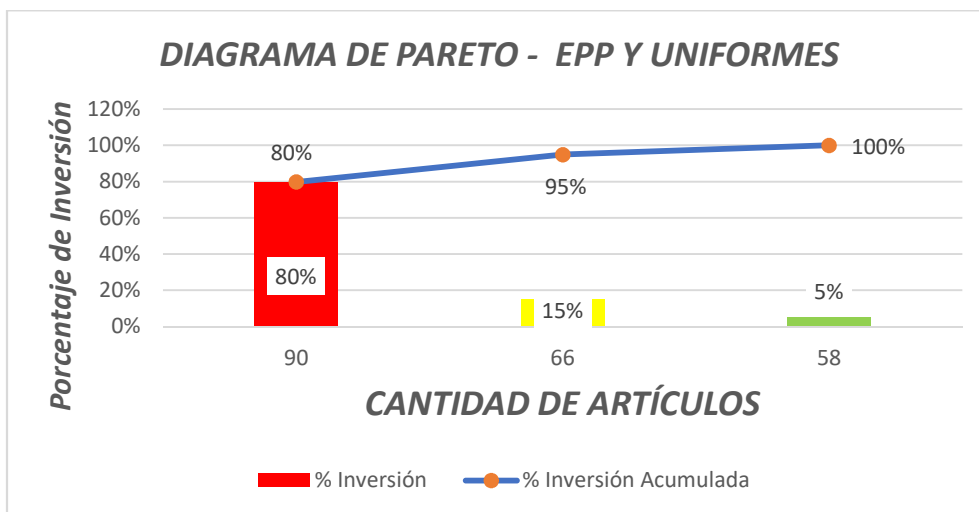
Como resultado del diagrama de Pareto (Apéndice D) se puede determinar que existen 90 artículos en la zona A, los cuales representan el 42% del total general de esta familia y que los mismos son responsables del 80% por ciento de la inversión realizada para la protección personal de los trabajadores.

Así mismo se tienen 66 artículos que se clasifican en la categoría B, los cuales tienen un porcentaje de participación del 31% y son los responsables del 15% de la inversión.

Por último, están los artículos en la zona C, con un total de 58 materiales que representan el 27% del total general y sólo un 5% de la inversión total realizada.

Debido a lo anterior, se delimitan estos 90 artículos clase A para realizar un estudio de las demandas de cada uno de ellos y ver su comportamiento.

Ilustración 17. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la cantidad de 90 artículos es el resultado, además, de que el mismo tipo de material presenta diferentes tallas, para las cuales se crea un número de

SKU único dependiendo de la talla y esto a su vez hace que se incremente la cantidad de materiales clasificados como “A” ya que el valor de adquisición es el mismo.

Para ilustrar de manera más clara, se muestra la siguiente tabla;

Tabla 17. Botas para Mordedura de Serpiente y sus distintas tallas.

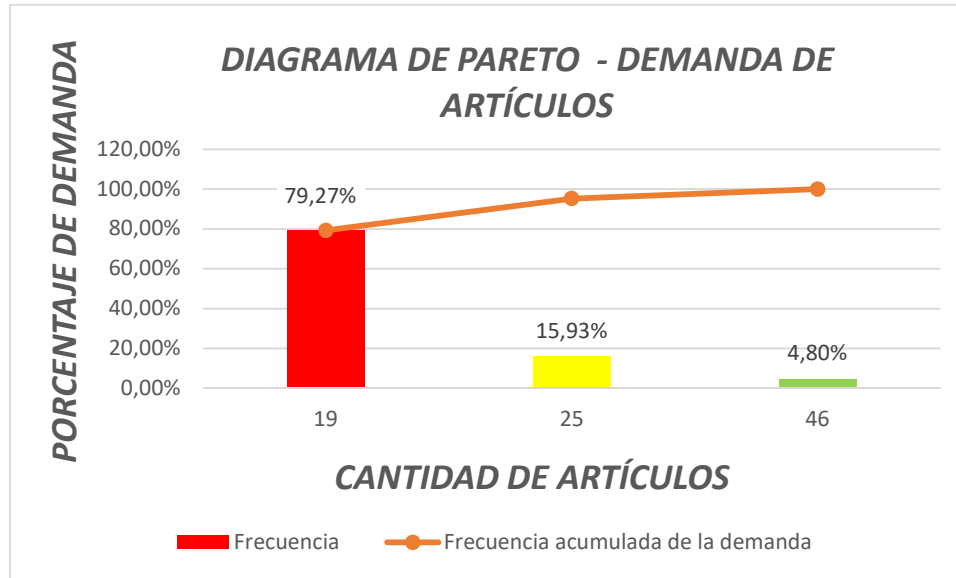
Material	Texto breve de material	Grupo art.	UMB	Precio	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Clasificación
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	17.003	UN	₪ 129.715,54	3,56%	3,56%	A
5144	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 40	17.002	PAA	₪ 100.172,98	2,75%	6,31%	A
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	17.002	PAA	₪ 100.172,98	2,75%	9,06%	A
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	17.002	PAA	₪ 100.172,98	2,75%	11,81%	A
352	BOTA CONTRA MORDEDURA DE SERPIENTE	17.002	PAA	₪ 100.172,97	2,75%	14,56%	A
5142	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 39	17.002	PAA	₪ 100.172,97	2,75%	17,31%	A
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	17.002	PAA	₪ 100.172,97	2,75%	20,06%	A
5256	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 46	17.002	PAA	₪ 100.172,97	2,75%	22,81%	A

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 12, las botas contra mordedura de serpiente tienen diferentes códigos debido a las tallas que cambian, sin embargo, el precio es el mismo para cada una de ellas.

Debido a lo anterior, para estos 90 artículos se realiza nuevamente el análisis mediante la herramienta de Pareto, pero tomando como variable la demanda:

Ilustración 18. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de este análisis se puede determinar que de los 90 artículos clasificados como "A" existen 19 materiales, los cuales representan el 79.27% del total de la demanda para el año 2018, en esta familia.

De igual manera se tienen 25 artículos que se clasifican en la categoría B, los cuales tienen son los responsables del 15,93% de la demanda.

Por último, están los artículos en la zona C, con un total de 46 materiales que cargan con sólo un 5% de la demanda total de esta familia.

Según la información resultante, se determina darle seguimiento a 19 artículos los cuales son principalmente los responsables de la mayor demanda para esta familia.

Los mismos se encuentran numerados en la siguiente tabla:

Tabla 18. Materiales delimitados para el proyecto.

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
#1	289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"
#2	290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"
#3	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC
#4	419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)
#5	4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500
#6	4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39
#7	4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40
#8	4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41
#9	4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42
#10	4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43
#11	4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44
#12	4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35
#13	4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36
#14	4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37
#15	4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38
#16	4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39
#17	5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41
#18	5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43
#19	5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2 Errores de pronóstico para cada material delimitado en la familia de Equipo de Protección Personal y Uniformes

Como parte del análisis para el año 2018, se realizó el cálculo del Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) a cada uno de los materiales que se delimitaron en esta familia, esto debido a que este indicador es el que mide el desempeño y el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales, obteniendo como resultado en la mayoría de los casos que este error es para los materiales estudiados de esta familia es exagerado o muy negativo.

Tabla 19. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a camisas talla XL

1	Código	DESCRIPCION				MAPE: 677%			Suma:	8119,44%
	289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	ene-18	64	37	27	41,67%	26,67	27	27	27	1,0
2	feb-18	1	37	36	3633,33%	63,00	32	-36	-10	-0,3
3	mar-18	21	37	16	77,78%	79,33	26	-16	-26	-1,0
4	abr-18	29	0	29	100,00%	108,33	27	29	3	0,1
5	may-18	11	0	11	100,00%	119,33	24	11	14	0,6
6	jun-18	0	0	0	0,00%	119,33	20	0	14	0,7
7	jul-18	6	70	64	1066,67%	183,33	26	-64	-50	-1,9
8	ago-18	7	70	63	900,00%	246,33	31	-63	-113	-3,7
9	sep-18	0	70	70	100,00%	316,33	35	-70	-183	-5,2
10	oct-18	3	0	3	100,00%	319,33	32	3	-180	-5,6
11	nov-18	5	100	95	1900,00%	414,33	38	-95	-275	-7,3
12	dic-18	0	100	100	100,00%	514,33	43	-100	-375	-8,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a camisas talla XXL

2	Código	DESCRIPCION				MAPE: 124%			Suma:	1490%
	290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	15	0	15	100%	15,0	15,00	15,0	15,0	1,00
2	Febrero	0	0	0	0%	15,0	7,50	0,0	15,0	2,00
3	Marzo	21	31	10	49%	25,3	8,44	-10,3	4,7	0,55
4	Abril	18	31	13	74%	38,7	9,67	-13,3	-8,7	-0,90
5	Mayo	0	31	31	0%	70,0	14,00	-31,3	-40,0	-2,86
6	Junio	1	0	1	100%	71,0	11,83	1,0	-39,0	-3,30
7	Julio	3	20	17	567%	88,0	12,57	-17,0	-56,0	-4,45
8	Agosto	0	20	20	0%	108,0	13,50	-20,0	-76,0	-5,63
9	Septiembre	0	20	20	0%	128,0	14,22	-20,0	-96,0	-6,75
10	Octubre	1	0	1	100%	129,0	12,90	1,0	-95,0	-7,36
11	Noviembre	0	30	30	100%	159,0	14,45	-30,0	-125,0	-8,65
12	Diciembre	6	30	24	400%	183,0	15,25	-24,0	-149,0	-9,77

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a la Mascarilla Reutilizable doble filtro CC

3	Código	DESCRIPCION				MAPE: 67%			Suma:	800%
	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	4	0	4	100%	4	4,00	4	4	1,00
2	Febrero	0	0	0	0%	4	2,00	0	4	2,00
3	Marzo	0	5	5	100%	9	3,00	-5	-1	-0,33
4	Abril	0	5	5	100%	14	3,50	-5	-6	-1,71
5	Mayo	0	5	5	0%	19	3,80	-5	-11	-2,89
6	Junio	0	0	0	0%	19	3,17	0	-11	-3,47
7	Julio	3	0	3	100%	22	3,14	3	-8	-2,55
8	Agosto	8	0	8	100%	30	3,75	8	0	0,00
9	Septiembre	0	0	0	100%	30	3,33	0	0	0,00
10	Octubre	0	0	0	0%	30	3,00	0	0	0,00
11	Noviembre	1	0	1	100%	31	2,82	1	1	0,35
12	Diciembre	2	0	2	100%	33	2,75	2	3	1,09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a protectores auditivos

4	Código	DESCRIPCION				MAPE: 163%			Suma: 1950%	
	419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)							n: 12	
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	3	0	3	100%	3	3,00	3	3	1,00
2	Febrero	2	0	2	100%	5	2,50	2	5	2,00
3	Marzo	2	7	5	250%	10	3,33	-5	0	0,00
4	Abril	1	7	6	600%	16	4,00	-6	-6	-1,50
5	Mayo	2	6	4	200%	20	4,00	-4	-10	-2,50
6	Junio	1	0	1	100%	21	3,50	1	-9	-2,57
7	Julio	1	0	1	100%	22	3,14	1	-8	-2,55
8	Agosto	20	0	20	100%	42	5,25	20	12	2,29
9	Septiembre	1	0	1	100%	43	4,78	1	13	2,72
10	Octubre	2	0	2	100%	45	4,50	2	15	3,33
11	Noviembre	3	0	3	100%	48	4,36	3	18	4,13
12	Diciembre	1	0	1	100%	49	4,08	1	19	4,65

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a mascarillas faciales

5	Código	DESCRIPCION				MAPE: 144%			Suma: 1732%	
	4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500							n: 12	
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	5	0	5	100%	5	5,0	5	5	1,0
2	Febrero	0	0	0	0%	5	2,5	0	5	0,0
3	Marzo	2	3	1	50%	6	2,0	-1	4	2,0
4	Abril	3	3	0	0%	6	1,5	0	4	0,0
5	Mayo	1	4	3	300%	9	1,8	-3	1	0,6
6	Junio	2	0	2	100%	11	1,8	2	3	1,6
7	Julio	3	0	3	100%	14	2,0	3	6	3,0
8	Agosto	3	24	21	700%	35	4,4	-21	-15	-3,4
9	Septiembre	75	24	51	68%	86	9,6	51	36	3,8
10	Octubre	7	22	15	214%	101	10,1	-15	21	2,1
11	Noviembre	2	0	2	100%	103	9,4	2	23	2,5
12	Diciembre	0	0	0	0%	103	8,6	0	23	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 39

6	Código	DESCRIPCION				MAPE: 134%				Suma: 1608%
	4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 39				n: 12				
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	7	0	7	100%	7	7,0	7	7	1,0
2	Febrero	2	0	2	100%	9	4,5	2	9	2,0
3	Marzo	1	0	1	100%	10	3,3	1	10	3,0
4	Abril	1	0	1	100%	11	2,8	1	11	4,0
5	Mayo	4	0	4	100%	15	3,0	4	15	5,0
6	Junio	3	1	2	67%	17	2,8	2	17	6,0
7	Julio	2	0	2	100%	19	2,7	2	19	7,0
8	Agosto	3	11	8	267%	27	3,4	-8	11	3,3
9	Septiembre	2	11	9	450%	36	4,0	-9	2	0,5
10	Octubre	0	5	5	100%	41	4,1	-5	-3	-0,7
11	Noviembre	4	5	1	25%	42	3,8	-1	-4	-1,0
12	Diciembre	2	0	2	100%	44	3,7	2	-2	-0,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 40

7	Código	DESCRIPCION				MAPE: 416%				Suma: 4998%
	4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 40				n: 12				
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	15	0	15	100%	15,00	15,0	15	15	1,0
2	Febrero	11	15	4	36%	19,00	9,5	-4	11	1,2
3	Marzo	3	15	12	400%	31,00	10,3	-12	-1	-0,1
4	Abril	7	5	2	29%	33,00	8,3	2	1	0,1
5	Mayo	6	5	1	17%	34,00	6,8	1	2	0,3
6	Junio	7	17	10	143%	44,00	7,3	-10	-8	-1,1
7	Julio	2	18	16	800%	60,00	8,6	-16	-24	-2,8
8	Agosto	10	32	22	220%	82,00	10,3	-22	-46	-4,5
9	Septiembre	7	33	26	371%	108,00	12,0	-26	-72	-6,0
10	Octubre	11	42	31	282%	139,00	13,9	-31	-103	-7,4
11	Noviembre	7	42	35	500%	174,00	15,8	-35	-138	-8,7
12	Diciembre	2	44	42	2100%	216,00	18,0	-42	-180	-10,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 41

8	Código	DESCRIPCION				MAPE: 87%				Suma: 1039%
	4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 41				n: 12				
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	16	0	16	100%	16	16,0	16	16	1,0
2	Febrero	11	0	11	100%	27	13,5	11	27	2,0
3	Marzo	7	0	7	100%	34	11,3	7	34	3,0
4	Abril	5	5	0	0%	34	8,5	0	34	4,0
5	Mayo	6	5	1	17%	35	7,0	1	35	5,0
6	Junio	14	37	23	164%	58	9,7	-23	12	1,2
7	Julio	12	38	26	217%	84	12,0	-26	-14	-1,2
8	Agosto	8	15	7	88%	91	11,4	-7	-21	-1,8
9	Septiembre	15	15	0	0%	91	10,1	0	-21	-2,1
10	Octubre	13	20	7	54%	98	9,8	-7	-28	-2,9
11	Noviembre	13	0	13	100%	111	10,1	13	-15	-1,5
12	Diciembre	1	0	1	100%	112	9,3	1	-14	-1,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 42

9	Código	DESCRIPCION				MAPE: 90%				Suma: 1074%
	4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 42								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	30	13	17	57%	17	17,0	17	17	1,0
2	Febrero	12	13	1	8%	18	9,0	-1	16	1,8
3	Marzo	9	14	5	56%	23	7,7	-5	11	1,4
4	Abril	11	5	6	55%	29	7,3	6	17	2,3
5	Mayo	3	5	2	67%	31	6,2	-2	15	2,4
6	Junio	2	2	0	0%	31	5,2	0	15	2,9
7	Julio	0	40	40	100%	71	10,1	-40	-25	-2,5
8	Agosto	24	40	16	67%	87	10,9	-16	-41	-3,8
9	Septiembre	23	40	17	74%	104	11,6	-17	-58	-5,0
10	Octubre	25	20	5	20%	109	10,9	5	-53	-4,9
11	Noviembre	19	20	1	5%	110	10,0	-1	-54	-5,4
12	Diciembre	3	20	17	567%	127	10,6	-17	-71	-6,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 43

10	Código	DESCRIPCION				MAPE: 185%				Suma: 2217%
	4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 43								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	15	12	3	20%	3	3,0	3	3	1,0
2	Febrero	12	12	0	0%	3	1,5	0	3	2,0
3	Marzo	2	11	9	450%	12	4,0	-9	-6	-1,5
4	Abril	13	12	1	8%	13	3,3	1	-5	-1,5
5	Mayo	2	11	9	450%	22	4,4	-9	-14	-3,2
6	Junio	15	35	20	133%	42	7,0	-20	-34	-4,9
7	Julio	11	34	23	209%	65	9,3	-23	-57	-6,1
8	Agosto	18	30	12	67%	77	9,6	-12	-69	-7,2
9	Septiembre	7	30	23	329%	100	11,1	-23	-92	-8,3
10	Octubre	25	12	13	52%	113	11,3	13	-79	-7,0
11	Noviembre	8	12	4	50%	117	10,6	-4	-83	-7,8
12	Diciembre	2	11	9	450%	126	10,5	-9	-92	-8,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de hombre talla 44

11	Código	DESCRIPCION				MAPE: 370%				Suma: 4434%
	4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 44								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	1	8	7	700%	7	7,0	-7	-7	-1,0
2	Febrero	11	8	3	27%	10	5,0	3	-4	-0,8
3	Marzo	4	9	5	125%	15	5,0	-5	-9	-1,8
4	Abril	4	5	1	25%	16	4,0	-1	-10	-2,5
5	Mayo	3	5	2	67%	18	3,6	-2	-12	-3,3
6	Junio	5	8	3	60%	21	3,5	-3	-15	-4,3
7	Julio	1	9	8	800%	29	4,1	-8	-23	-5,6
8	Agosto	1	18	17	1700%	46	5,8	-17	-40	-7,0
9	Septiembre	8	15	7	88%	53	5,9	-7	-47	-8,0
10	Octubre	14	8	6	43%	59	5,9	6	-41	-6,9
11	Noviembre	8	8	0	0%	59	5,4	0	-41	-7,6
12	Diciembre	1	9	8	800%	67	5,6	-8	-49	-8,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 35

12	Código	DESCRIPCION				MAPE: 78%				Suma: 933%
	4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	0	0	0,00	0	0,00	0,0	0	0	0
2	Febrero	0	0	0,00	0	0,00	0,0	0	0	0
3	Marzo	0	0	0,00	0	0,00	0,0	0	0	0
4	Abril	3	2	1,00	33%	1,00	0,3	1	1	4,0
5	Mayo	0	2	2,00	100%	3,00	0,6	-2	-1	-1,7
6	Junio	2	0	2,00	100%	5,00	0,8	2	1	1,2
7	Julio	1	3	2,00	200%	7,00	1,0	-2	-1	-1,0
8	Agosto	1	0	1,00	100%	8,00	1,0	1	0	0,0
9	Septiembre	1	2	1,00	100%	9,00	1,0	-1	-1	-1,0
10	Octubre	1	0	1,00	100%	10,00	1,0	1	0	0,0
11	Noviembre	2	0	2,00	100%	12,00	1,1	2	2	1,8
12	Diciembre	3	0	3,00	100%	15,00	1,3	3	5	4,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 36

13	Código	DESCRIPCION				MAPE: 49%				Suma: 587%
	4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	0	0	0	0%	0	0,0	0	0	0
2	Febrero	0	0	0	0%	0	0,0	0	0	0
3	Marzo	1	0	1	100%	1	0,3	1	1	3,0
4	Abril	5	2	3	60%	4	1,0	3	4	4,0
5	Mayo	2	2	0	0%	4	0,8	0	4	5,0
6	Junio	2	4	2	100%	6	1,0	-2	2	2,0
7	Julio	6	4	2	33%	8	1,1	2	4	3,5
8	Agosto	2	4	2	100%	10	1,3	-2	2	1,6
9	Septiembre	2	2	0	0%	10	1,1	0	2	1,8
10	Octubre	5	2	3	60%	13	1,3	3	5	3,8
11	Noviembre	3	2	1	33%	14	1,3	1	6	4,7
12	Diciembre	2	4	2	100%	16	1,3	-2	4	3,0

Tabla 32. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 37

14	Código	DESCRIPCION				MAPE: 131%				Suma: 1571,9%
	4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37								n: 12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	0	0	0	0,0%	0	0,0	0	0	0,0
2	Febrero	0	4	4	400,0%	4	2,0	-4	-4	-2,0
3	Marzo	1	0	1	100,0%	5	1,7	1	-3	-1,8
4	Abril	5	8	3	60,0%	8	2,0	-3	-6	-3,0
5	Mayo	7	9	2	28,6%	10	2,0	-2	-8	-4,0
6	Junio	2	0	2	100,0%	12	2,0	2	-6	-3,0
7	Julio	6	11	5	83,3%	17	2,4	-5	-11	-4,5
8	Agosto	2	0	2	100,0%	19	2,4	2	-9	-3,8
9	Septiembre	2	10	8	400,0%	27	3,0	-8	-17	-5,7
10	Octubre	5	0	5	100,0%	32	3,2	5	-12	-3,8
11	Noviembre	5	0	5	100,0%	37	3,4	5	-7	-2,1
12	Diciembre	2	0	2	100,0%	39	3,3	2	-5	-1,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 38

15	Código	DESCRIPCION				MAPE: 103%			Suma:	1239%
	4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	0	0	0	0%	0	0,0	0	0	0,0
2	Febrero	2	4	2	100%	2	1,0	-2	-2	-2,0
3	Marzo	1	0	1	100%	3	1,0	1	-1	-1,0
4	Abril	4	9	5	125%	8	2,0	-5	-6	-3,0
5	Mayo	3	6	3	100%	11	2,2	-3	-9	-4,1
6	Junio	2	0	2	100%	13	2,2	2	-7	-3,2
7	Julio	7	8	1	14%	14	2,0	-1	-8	-4,0
8	Agosto	2	0	2	100%	16	2,0	2	-6	-3,0
9	Septiembre	2	10	8	400%	24	2,7	-8	-14	-5,3
10	Octubre	1	0	1	100%	25	2,5	1	-13	-5,2
11	Noviembre	4	0	4	100%	29	2,6	4	-9	-3,4
12	Diciembre	0	0	0	0%	29	2,4	0	-9	-3,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a zapatos de mujer talla 37

16	Código	DESCRIPCION				MAPE: 111%			Suma:	1333%
	4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	0	0	0	0%	0	0,0	0	0	0,0
2	Febrero	1	0	1	100%	1	0,5	1	1	2,0
3	Marzo	0	0	0	0%	1	0,3	0	1	3,0
4	Abril	2	6	4	200%	5	1,3	-4	-3	-2,4
5	Mayo	3	7	4	133%	9	1,8	-4	-7	-3,9
6	Junio	0	0	0	0%	9	1,5	0	-7	-4,7
7	Julio	2	6	4	200%	13	1,9	-4	-11	-5,9
8	Agosto	2	0	2	100%	15	1,9	2	-9	-4,8
9	Septiembre	1	4	3	300%	18	2,0	-3	-12	-6,0
10	Octubre	2	0	2	100%	20	2,0	2	-10	-5,0
11	Noviembre	3	0	3	100%	23	2,1	3	-7	-3,3
12	Diciembre	2	0	2	100%	25	2,1	2	-5	-2,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 41.

17	Código	DESCRIPCION				MAPE: 33%			Suma:	400%
	5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	2	0	2	100%	2	2	2	2	1
2	Febrero	0	0	0	0%	2	1	0	2	2
3	Marzo	1	0	1	100%	3	1	1	3	3
4	Abril	0	1	1	100%	4	1	-1	2	2
5	Mayo	0	0	0	0%	4	0,8	0	2	2,5
6	Junio	0	0	0	0%	4	0,67	0	2	3
7	Julio	0	0	0	0%	4	0,57	0	2	3,5
8	Agosto	1	0	1	100%	5	0,63	1	3	4,8
9	Septiembre	0	0	0	0%	5	0,56	0	3	5,4
10	Octubre	1	1	0	0%	5	0,5	0	3	6
11	Noviembre	1	1	0	0%	5	0,45	0	3	6,6
12	Diciembre	0	0	0	0%	5	0,42	0	3	7,2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 43.

18	Código	DESCRIPCION				MAPE: 71%			Suma:	850%
	5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	2	3	1	50%	1	1	-1	-1	-1,0
2	Febrero	1	0	1	100%	2	1	1	0	0,0
3	Marzo	1	0	1	100%	3	1	1	1	1,0
4	Abril	0	1	1	100%	4	1	-1	0	0,0
5	Mayo	3	0	3	100%	7	1,4	3	3	2,1
6	Junio	0	0	0	0%	7	1,17	0	3	2,6
7	Julio	0	2	2	200%	9	1,29	-2	1	0,8
8	Agosto	1	0	1	100%	10	1,25	1	2	1,6
9	Septiembre	0	0	0	0%	10	1,11	0	2	1,8
10	Octubre	0	1	1	100%	11	1,1	-1	1	0,9
11	Noviembre	0	0	0	0%	11	1	0	1	1,0
12	Diciembre	0	0	0	0%	11	0,92	0	1	1,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) correspondiente a botas contra mordedura de serpiente Talla 44.

19	Código	DESCRIPCION				MAPE: 142%			Suma:	1700%
	5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 44							n:	12
n	Meses	Demanda trimestral (At)	Pronosticado (Ft)	Error Absoluto	% Error Absoluto	∑ Error Abs.	MAD	Error Normal	∑ Error Normal	TS
1	Enero	1	1	0	0%	0	0	0	0	0,0
2	Febrero	0	0	0	0%	0	0	0	0	0,0
3	Marzo	0	0	0	0%	0	0	0	0	0,0
4	Abril	1	0	1	100%	1	0,25	1	1	4,0
5	Mayo	1	0	1	100%	2	0,4	1	2	5,0
6	Junio	1	0	1	100%	3	0,5	1	3	6,0
7	Julio	1	4	3	300%	6	0,86	-3	0	0,0
8	Agosto	1	0	1	100%	7	0,88	1	1	1,1
9	Septiembre	0	0	0	0%	7	0,78	0	1	1,3
10	Octubre	0	0	0	0%	7	0,7	0	1	1,4
11	Noviembre	0	10	10	1000%	17	1,55	-10	-9	-5,8
12	Diciembre	0	0	0	0%	17	1,42	0	-9	-6,4

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del análisis de MAPE, se determina que los pronósticos realizados se encuentran sobreestimados y que los técnicos de suministros no incorporaron de alguna manera eficiente algún tipo de herramienta que permitiera corregir a corto plazo los errores tan significativos que mensualmente se presentaron, evidenciando el mal método y pronóstico de materiales seleccionado.

Esto trajo consigo problemas como el de obsolescencia que para esta familia alcanza un total de ₡1.190.487,68 monto para el cual se tomó como referencia los periodos comprendidos entre el año 2016 y el año 2018 y incluye un total de 12 artículos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 38. Monto en Colones correspondiente a materiales obsoletos en la Familia de Equipo de Protección Personal

MATERIALES OBSOLETOS EN LA FAMILIA DE UNIFORMES Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL				
Línea	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE SALIDA PERIODO 2016-2018	VALOR DEL STOCK ACTUAL
1	353	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #38	2	¢ 24.860,00
2	422	SUSPENSION PARA MASCARA DE SOLDADOR	0	¢ 12.610,50
3	427	VIDRIO AUMENTO GR2 P/MASCARA SOLDAR	0	¢ 60.499,24
4	430	PROTECTOR 2.25GR P/MASCARA SOLDAR	0	¢ 16.678,50
5	4633	CAMISA AZUL REY MANGA LARGA TALLA XXXL	0	¢ 119.091,58
6	4757	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 47	2	¢ 63.350,96
7	5112	GUANTE TEJIDO IMPREGNACION NITRILLO #9	2	¢ 17.628,00
8	5153	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 40	1	¢ 170.177,87
9	5158	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 45	0	¢ 85.089,00
10	5159	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 46	0	¢ 42.544,50
11	5162	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 40	2	¢ 243.028,42
12	5166	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 43	1	¢ 334.929,11
				¢ 1.190.487,68

Fuente: Elaboración propia.

4.8 ANALISIS CUALITATIVO DE LA DEMANDA PARA EL GRUPO DE UNIFORMES Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Este análisis cualitativo de demanda hace referencia al estudio que se debe realizar de acuerdo con el comportamiento gráfico que muestre la demanda de un producto durante un periodo.

El estudio debe tener como meta la comprensión de variables que ocasionan comportamientos específicos o variabilidad particular en las demandas. En el presente proyecto se abarcaron las siguientes características:

4.8.1 Demandas erráticas o intermitentes:

Esta característica se presenta en varios de los artículos delimitados debido a que el comportamiento de las demandas no es suave, ni continuo, presentando intermitencia y alta variabilidad, sin embargo, nunca ha sido tomada en cuenta para el pronóstico de materiales dentro del almacén.

La forma mediante la cual se identificó este comportamiento errático fue la observación la demanda durante muchos periodos, encontrando demandas de valor cero intercalados por periodos ocasionales con la demanda no cero.

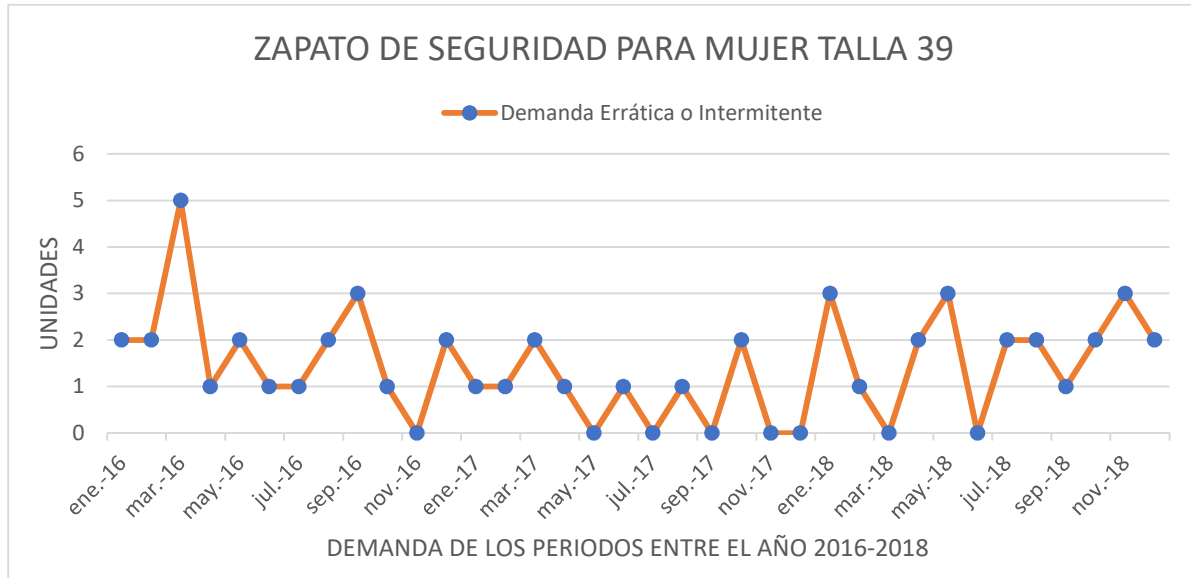
En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo de una demanda errática detectada dentro de los códigos delimitados para el proyecto:

Tabla 39 Zapatos de seguridad talla 39

Código	DESCRIPCION		
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39		
Meses	2016	2017	2018
Enero	2	1	3
Febrero	2	1	1
Marzo	5	2	0
Abril	1	1	2
Mayo	2	0	3
Junio	1	1	0
Julio	1	0	2
Agosto	2	1	2
Septiembre	3	0	1
Octubre	1	2	2
Noviembre	0	0	3
Diciembre	2	0	2

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19. Ejemplo de una demanda errática o intermitente



Fuente: Elaboración propia.

4.8.2 Estacionalidad:

Varios materiales de los estudiados para este proyecto presentaron fluctuaciones en su comportamiento, mismos que se manifestaron en forma de picos o valles: La estacionalidad se presenta cuando estas fluctuaciones se repiten periódicamente a lo largo del tiempo.

Para poder clasificar esta demanda como estacional se comprobó que las variaciones aleatorias fueran menores a la variación ocasionada por la estacionalidad, esto se puede observar claramente en la demanda que se presentó para el artículo “PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)”, la misma se presenta debido a que durante ciertos meses del año, RECOPE dentro de sus tareas de abastecimiento recibe cargueros en el Muelle de Caldera, lo que genera picos en la demanda de ciertos artículos los cuales son requeridos únicamente para esta labor.

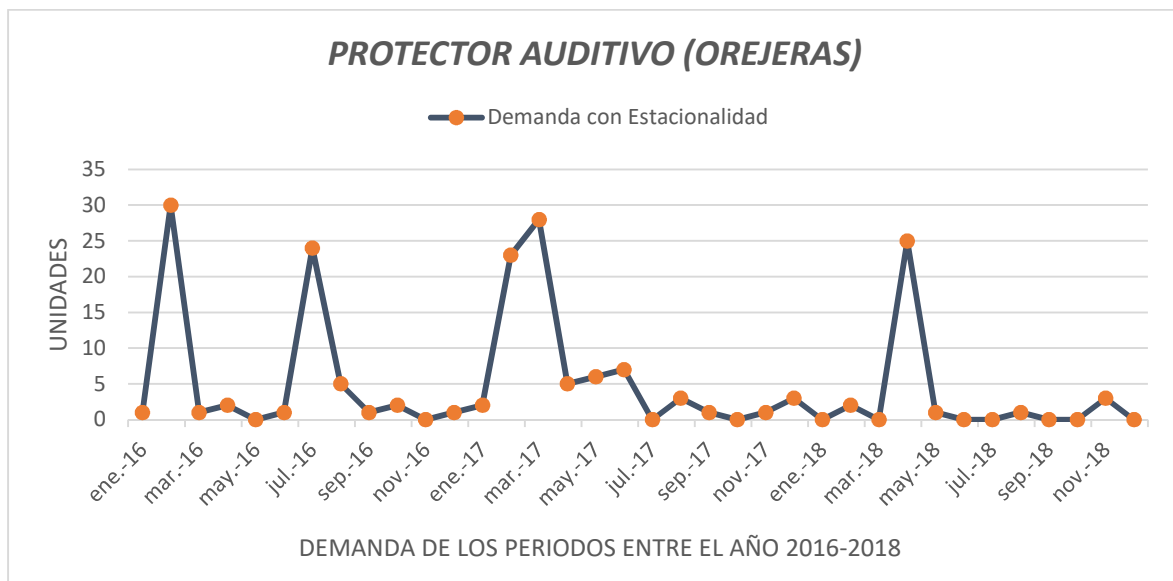
A continuación, se grafica la demanda del artículo mencionado que posee estacionalidades en los meses de enero 2016, julio 2016, luego en febrero y marzo 2017 y por último en abril 2018:

Tabla 40 Protector auditivo (Orejas)

Código	DESCRIPCION		
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)		
Meses	2016	2017	2018
Enero	0	2	0
Febrero	30	23	2
Marzo	0	28	0
Abril	1	5	25
Mayo	0	6	1
Junio	0	7	0
Julio	25	0	0
Agosto	5	3	1
Septiembre	0	1	0
Octubre	1	0	0
Noviembre	0	1	3
Diciembre	1	3	0

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20. Ejemplo de la estacionalidad de la demanda



Fuente: Elaboración propia.

4.8.3 Tendencia

Para determinar la tendencia o dirección que se presentó en la demanda de los artículos delimitados a través de los periodos de tiempo seleccionados, se tomó como base la demanda mensual del año 2018.

Existen muchas causantes de tendencias como por ejemplo el comportamiento del mercado y el tipo de negocio, en el caso de RECOPE estas tendencias se ven influenciadas por el mercado nacional, el cual puede ocasionar crecimientos o decrecimientos en las demandas.

En el siguiente gráfico se presenta un ejemplo de demanda con leve tendencia creciente.

Cabe destacar que este es un elemento importante por tomar en cuenta para la selección de cualquier método de pronóstico a elegir.

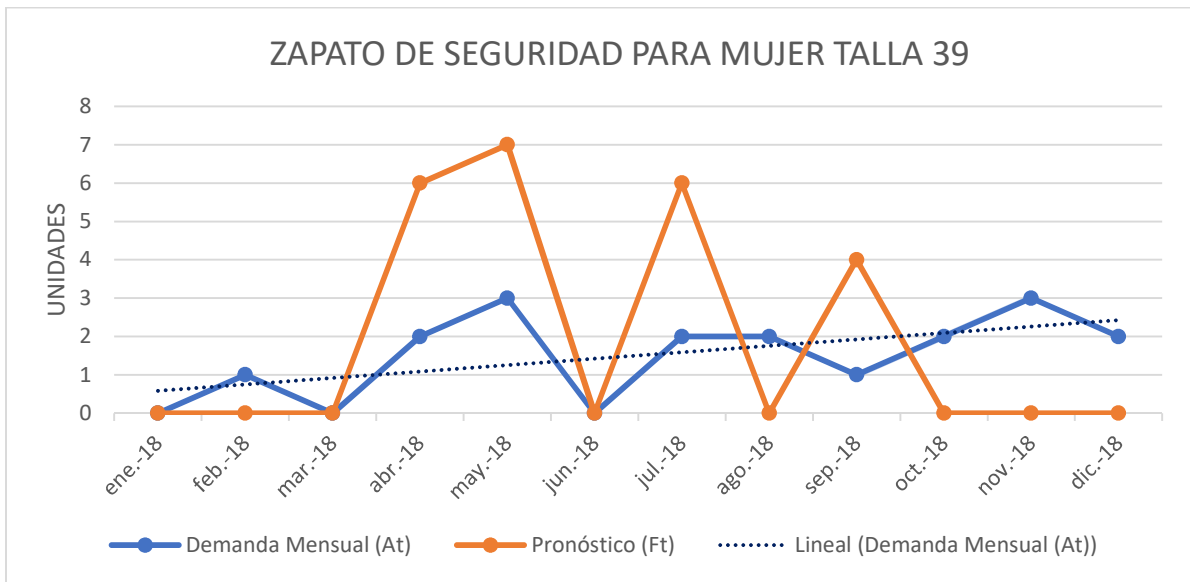
4.8.3.1 Tendencia Creciente y Decreciente

Para los siguientes artículos se puede observar que se presentó una tendencia creciente o decreciente para el año 2018, la cual si se compara con el pronóstico realizado se concluye que la misma no fue tomada en cuenta a la hora de realizar los cálculos de aprovisionamiento, o se sobre estimó:

Código	DESCRIPCION
419	ZAPATO DE SEGURIDAD TALLA 39
Meses	2018
Enero	0
Febrero	1
Marzo	0
Abril	2
Mayo	3
Junio	0
Julio	1
Agosto	2
Septiembre	1
Octubre	2
Noviembre	3
Diciembre	2

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 21. Ejemplo de demanda con tendencia creciente



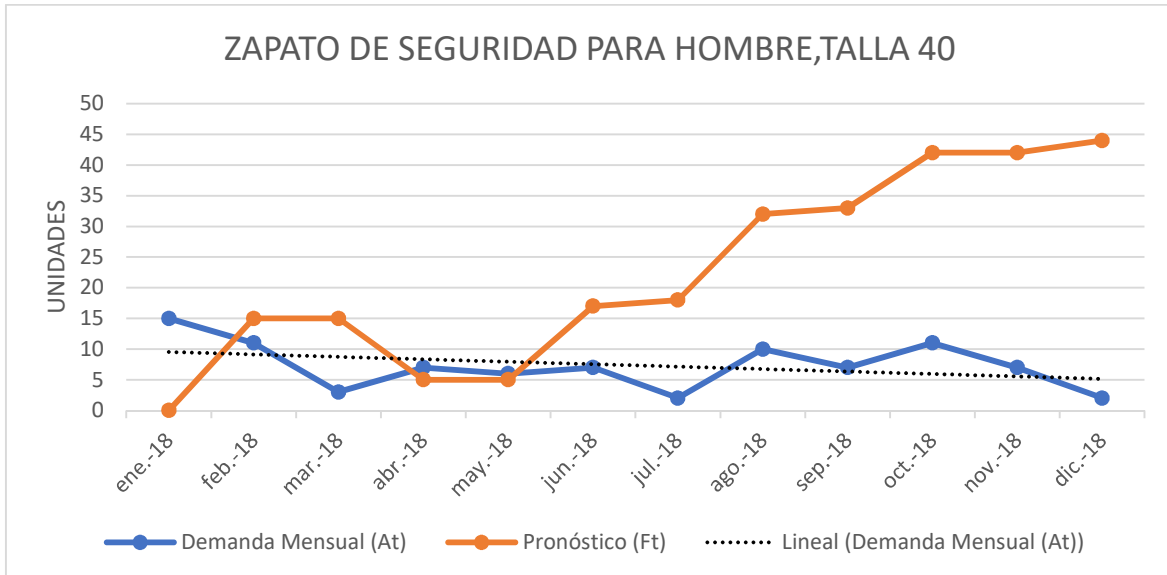
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42 Zapato de seguridad talla 40

Código	DESCRIPCION
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD HOMBRE TALLA 40
Meses	2018
Enero	15
Febrero	11
Marzo	3
Abril	1
Mayo	1
Junio	7
Julio	2
Agosto	10
Septiembre	7
Octubre	11
Noviembre	7
Diciembre	2

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 22. Ejemplo de demanda con tendencia decreciente



Fuente: Elaboración propia.

4.8.4 Nivel

Este parámetro hace referencia a la magnitud de la demanda en cada uno de los periodos definidos. este elemento es útil cuando se desea realizar pronósticos de corto plazo debido a que no requiere de mucha información adicional.

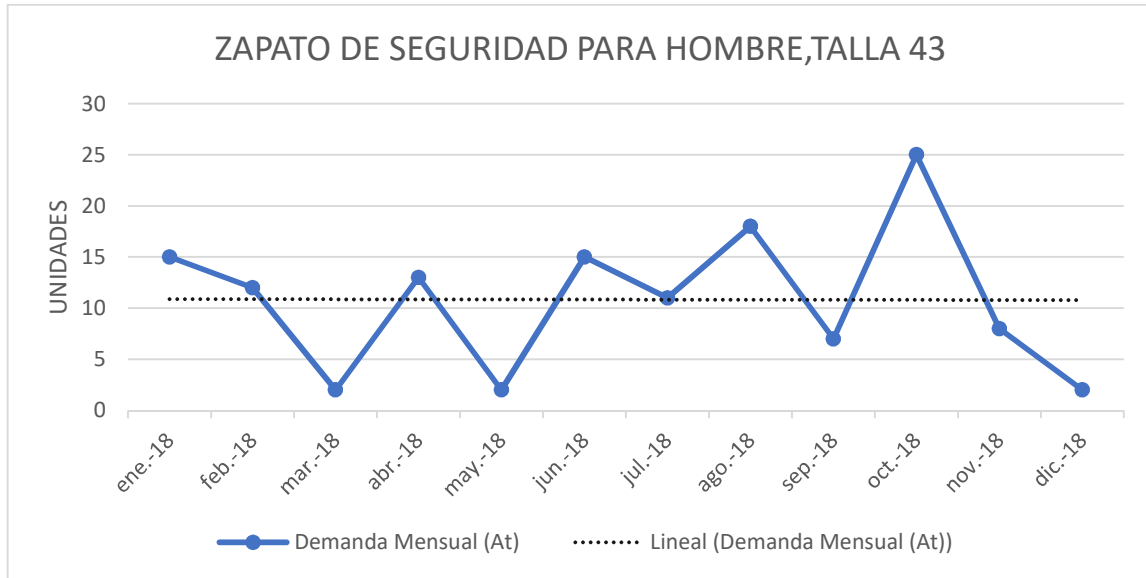
A continuación, se presenta un ejemplo de un gráfico de demanda en donde el nivel representa la característica dominante en los datos, pues no se muestra ninguna tendencia aparente:

Tabla 43 Zapato de seguridad Hombre talla 43

Código	DESCRIPCION
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD HOMBRE TALLA 43
Meses	2018
Enero	15
Febrero	12
Marzo	2
Abril	13
Mayo	2
Junio	15
Julio	11
Agosto	18
Septiembre	7
Octubre	25
Noviembre	8
Diciembre	2

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 23. Ejemplo de demanda con tendencia decreciente



Fuente: Elaboración propia.

4.9 ERROR EN EL PUNTO DE REORDEN

Actualmente los técnicos en suministros utilizan como base para el cálculo de las necesidades del almacén una herramienta con que cuenta el SAP, la cual se encuentra determinada mediante la transacción: ZMMT_PUNTO_REORDEN.

Esta misma herramienta se utilizó para el cálculo de los materiales delimitados en este proyecto, con el fin de evidenciar que el pronóstico que esta realiza tiene errores lo cuales inducen a los técnicos a cometer error en el aprovisionamiento de materiales.

Ilustración 24. Punto de Reorden utilizado para el cálculo de las necesidades

Num Material	Descripción Material	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviemb...	Diciembre	D.Mensu...	CANTIDAD PEDIR
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	54,545	27,000	23,455	8,000	10,909	5,900	3,200	14,600	4,600	15,500	7,800	18,200	16,142	203,130
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	13,636	6,636	11,273	4,909	3,909	3,400	1,500	3,400	2,200	3,200	2,100	7,600	5,314	64,710
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	3,000	1,556	8,778	1,111	2,333	4,625	5,875	4,375	7,250	2,875	4,875	4,875	4,294	64,410
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	4,273	5,545	3,455	3,364	8,818	4,200	4,700	8,800	8,200	7,700	2,700	3,800	5,463	79,945
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	6,455	8,182	6,727	7,091	15,455	4,900	3,800	6,600	12,200	14,400	3,400	5,500	7,893	111,395
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 39	4,400	5,200	4,400	1,900	3,200	12,222	2,000	1,222	2,111	3,778	5,222	2,889	4,045	55,675
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 40	9,900	10,600	13,000	5,600	12,200	28,556	11,444	6,222	12,111	8,111	25,889	8,556	12,682	172,230
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 41	12,900	11,600	19,700	5,300	22,200	22,667	10,556	6,778	14,667	9,778	10,111	9,333	12,966	145,490
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 42	17,300	16,400	24,300	6,200	20,800	28,778	9,778	12,111	8,000	12,778	17,667	13,333	15,620	234,300
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 43	8,600	11,800	14,900	6,400	14,500	20,444	9,667	6,556	9,667	10,667	8,667	7,333	10,767	161,505
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE.TALLA 44	3,200	8,400	8,600	2,700	4,500	13,778	3,111	3,111	5,222	3,889	5,889	3,667	5,506	82,590
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	0,556	0,444	1,000	0,556	1,111	0,375	1,000	2,125	1,125	0,750	0,625	0,500	0,847	11,705
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	1,778	1,889	1,667	1,556	4,000	2,000	1,875	1,500	1,625	1,375	4,250	0,250	1,980	22,700
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	2,556	2,000	3,222	1,222	1,333	1,000	3,000	2,750	2,375	1,500	2,125	0,875	1,997	18,955
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	2,444	1,222	1,333	1,333	5,333	2,250	2,750	1,375	1,875	3,375	5,125	0,250	2,389	25,835
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	2,111	0,778	1,556	0,778	3,000	0,500	1,000	0,875	1,375	2,875	2,125	0,750	1,477	20,155
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	1,500	0,500	0,500	0,000	0,500	2,000	0,000	2,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,833	8,495
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	1,333	1,000	0,667	0,000	1,667	1,000	0,000	0,500	0,500	0,000	1,000	0,000	0,639	7,585
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	0,333	0,667	0,000	0,333	0,667	0,500	1,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,333	2,995

Fuente: Elaboración propia.

4.9.1 Pedidos de traslados entre centros

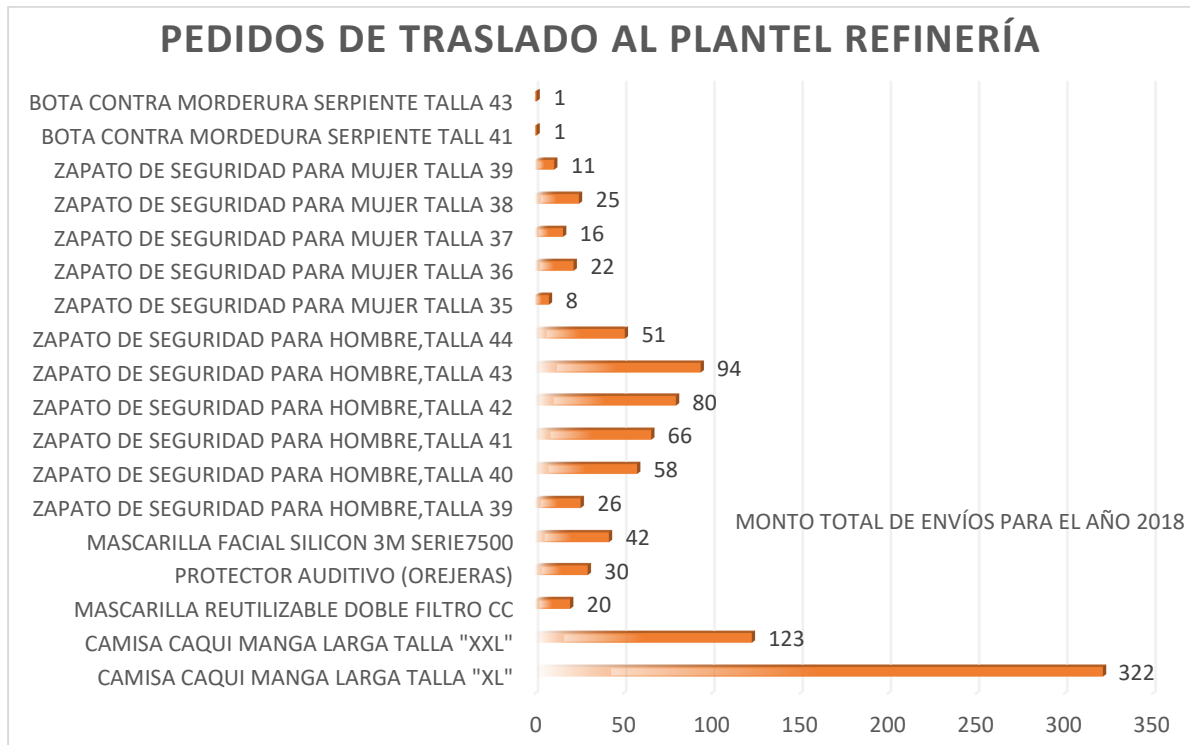
RECOPE cuenta además del almacén de materiales ubicado en el Plantel El Alto, con otro almacén de materiales, pero este se encuentra en el Plantel Refinería, en la provincia de Limón.

Una de las razones por las que el punto de reorden con que cuenta el SAP no es una herramienta certera y eficaz, es debido a que semanalmente el Almacén de Materiales El Alto, realiza pedidos de traslado de materiales al almacén de Limón, esto con el fin de lograr satisfacer las necesidades que se presentan en la refinería y que se puedan atender con materiales de los cuales si existe stock suficiente en el Plantel El Alto.

Sin embargo, estos pedidos de traslado son interpretados erróneamente por el sistema como parte de la demanda normal de materiales y no como que son, ingresos por pedidos de traslado. Apéndice C.

Lo anterior ocasiona que la demanda se vea sobreestimada mensualmente para el Almacén El Alto y esto genera que la transacción utilizada genere montos de demanda sesgados

Ilustración 25. Punto de Reorden utilizado para el cálculo de las necesidades



Fuente: Elaboración propia.

La cantidad en colones total para la cantidad de materiales que se envían del centro 6000 (El Alto) al centro 7000 (Limón) se traduce al año en ₡24.904.188,62 como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 44. Cantidades enviadas al centro 7000 por medio de traslados, para el año 2018.

UNIDADES DE MEDIDA		MONTO EN COLONES
PAA	459	₡ 24.904.188,62
UN	537	
DATOS PARA EL AÑO 2018		

Fuente: Elaboración propia.

4.9.2 Requisiciones de artículos con órdenes de trabajo asignadas

Existen dos clases de movimientos en el SAP para cuando se realizan requisiciones de materiales en el almacén de materiales:

- 291: Consumo para todas las imputaciones del almacén

- 261: Consumo del almacén para orden de trabajo

El punto de reorden toma en cuenta para el cálculo mensual de demanda únicamente la clase de movimiento 291, el resto de la demanda que tiene salida mediante la clase de movimiento 261 no la contabiliza dentro del consumo de materiales, para ninguno de los dos almacenes.

Para este tipo de requisiciones que tienen asignada una orden de trabajo, con el fin de poder contabilizar los costos asociados a un determinado trabajo, el responsable es el Departamento de Mantenimiento.

Debido a que los materiales delimitados dentro de este proyecto pertenecen a la familia de “Uniformes y Equipo de Protección Personal” y no tienen por lo general costos asignados a través de órdenes de trabajo, se procede a analizar de manera general las salidas del almacén mediante esta clase de movimiento (261), ya que es relevante y puede ser tomado en cuenta para demostrar el sesgo en los pronósticos realizados tomando como base el punto de reorden generado por el SAP.

Tabla 45. Unidades de medidas y cantidades que el punto de reorden del SAP no toma en cuenta.

UNIDADES DE MEDIDA Y CANTIDAD		MONTO EN COLONES
JUEGO (JG)	104,00	₡ 167.514.664,80
KILOGRAMO (KG)	1101,70	
LITRO (L)	4168,11	
METRO (M)	13.865,38	
PAR (PAA)	2040	
ROLLO (RL)	772	
RESMAS (RM)	2	
UNIDADES (UN)	22401	
DATOS PARA EL AÑO 2018		

4.9.3 Análisis comparativo entre el punto de reorden y el cálculo manual de consumos

Con el objetivo de demostrar el sesgo con que cuenta el punto de reorden, se procedió a realizar una comparación entre este y el consumo de los materiales delimitados mediante la obtención de manera manual de las demandas para dichos materiales durante el segundo semestre del año 2018.

Como resultado de lo anterior se obtiene la siguiente información:

Cuadro comparativo entre el PUNTO DE REORDEN y CÁLCULO DE DEMANDAS MANUAL, para los meses entre Octubre y Diciembre 2018		Punto de Reorden	SAP - Manual	Punto de Reorden	SAP - Manual	Punto de Reorden	SAP - Manual
Material	Descripción Material	Julio		Agosto		Setiembre	
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	3,2	6	14,6	7	4,6	0
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	1,5	3	3,4	0	2,2	0
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	5,875	3	4,375	8	7,25	0
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	4,7	1	8,8	20	8,2	1
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	3,8	3	6,6	2	12,2	75
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 39	2	2	1,222	3	2,111	2
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 40	11,444	2	6,222	10	12,111	7
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 41	10,556	12	6,778	6	14,667	15
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 42	9,778	0	12,111	22	8	23
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 43	9,667	11	6,556	16	9,667	7
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 44	3,111	1	3,111	1	5,222	8
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	1	1	2,125	1	1,125	1
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	1,875	6	1,5	2	1,625	2
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	3	7	2,75	1	2,375	5
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	2,75	7	1,375	2	1,875	2
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	1	2	0,875	2	1,375	1
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	0	0	2	1	1	0
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	0	0	0,5	1	0,5	0
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	1	1	0,5	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la comparación realizada dan como resultado que se pueda determinar que en ninguno de los meses el consumo establecido por el punto de reorden fue igual a la demanda real para el mes observado.

Tabla 47. Cuadro comparativo de consumos octubre, noviembre y diciembre 2018

Cuadro comparativo entre el PUNTO DE REORDEN y CÁLCULO DE DEMANDAS MANUAL, para los meses entre Octubre y Diciembre 2018		Punto de Reorden	SAP - Manual	Punto de Reorden	SAP - Manual	Punto de Reorden	SAP - Manual
Material	Descripción Material	Octubre		Noviembre		Diciembre	
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	15,5	3	7,8	5	18,2	0
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	3,2	1	2,1	0	7,6	6
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	2,875	0	4,875	1	4,875	2
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	7,7	2	2,7	3	3,8	1
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	14,4	7	3,4	2	5,5	0
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	3,778	0	5,222	4	2,889	2
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	8,111	11	25,889	7	8,556	2
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	9,778	13	10,111	13	9,333	1
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	12,778	25	17,667	19	13,333	5
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	10,667	25	8,667	8	7,333	2
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	3,889	14	5,889	8	3,667	1
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	0,75	1	0,625	2	0,5	3
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	1,375	5	4,25	3	0,25	2
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	1,5	4	2,125	3	0,875	0
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	3,375	1	5,125	4	0,25	0
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	2,875	2	2,125	3	0,75	2
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	1	1	1	1	0	0
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	0	0	1	0	0	0
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Esto ocasiona que los consumos mensuales establecidos por el punto reorden y sobre los cuales los técnicos en suministros calculan la cantidad estimada a pedir sean erróneas.

En la siguiente tabla se puede observar lo antes mencionado:

Tabla 48. Cuadro comparativo entre el punto de reorden y demanda real

Cuadro de comparativo entre la demanda mensual establecida por el PUNTO DE REORDEN y demanda mensual establecida manualmente		Punto de Reorden	SAP - Manual
Material	Descripción Material	D.Mensual	D.Mensual
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	10,65	4,00
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	3,33	1,67
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	5,02	2,33
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	5,98	4,67
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	7,65	14,83
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	2,87	2,17
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	12,06	6,50
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	10,20	10,00
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	12,28	15,67
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	8,76	11,50
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	4,15	5,50
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	1,02	1,50
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	1,81	3,33
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	2,10	3,33
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	2,46	2,67
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	1,50	2,00
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	0,83	0,50
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	0,33	0,17
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	0,25	0,33

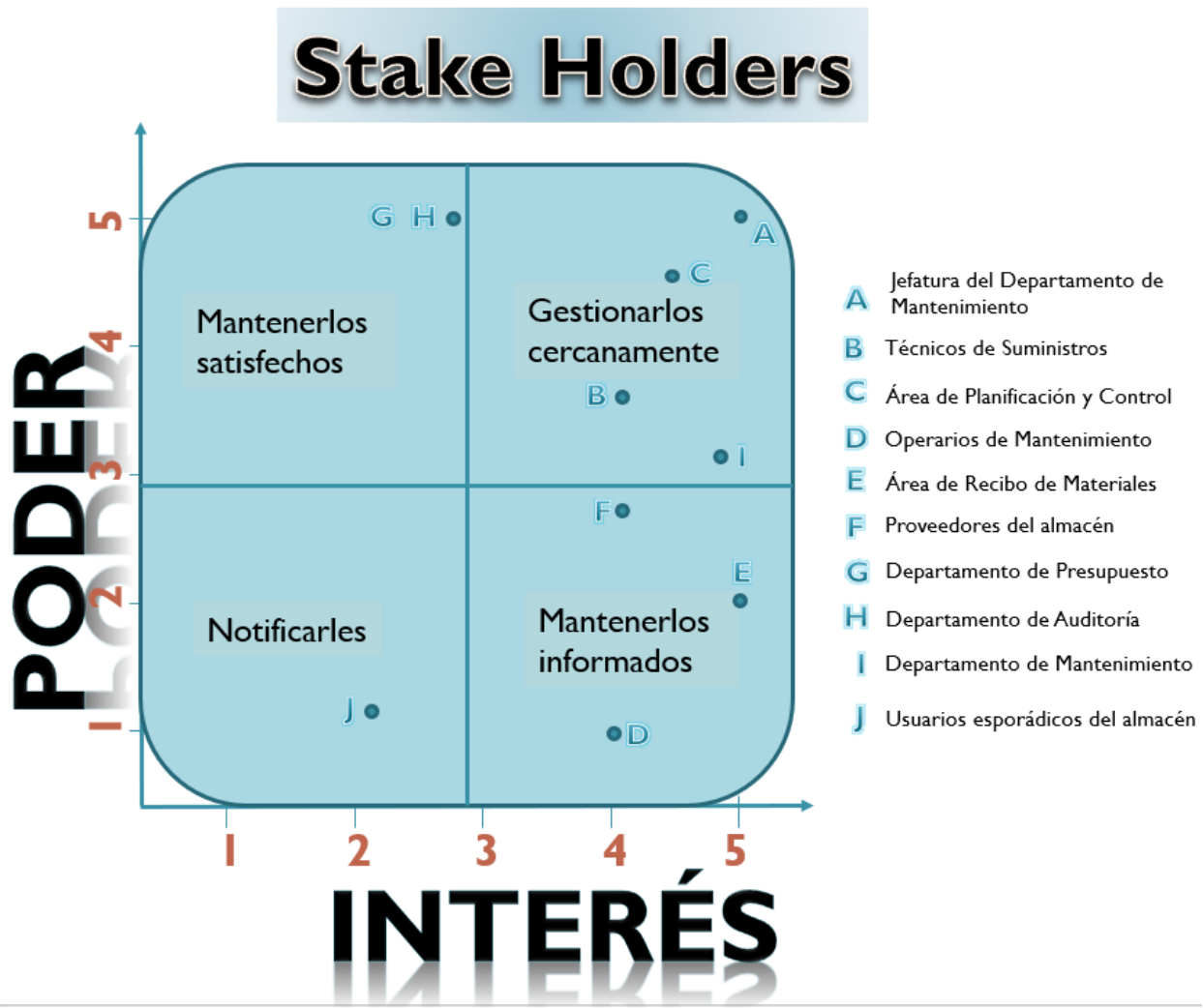
Fuente: Elaboración propia.

4.10 ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS

Para iniciar este proyecto es muy importante definir quien son las partes interesadas o los también llamados Stakeholders, ya que a pesar de la importancia o lo crítico del proyecto para la empresa, si las partes interesadas tienen otros intereses, muestran resistencia al cambio o no están dispuestos a seguir adelante el riesgo de que el proyecto fracase es un elevado.

Debido a lo anterior, se procede a definir las partes interesadas tomando en cuenta quienes son los interesados, quienes son los relevantes y por último quien se podrían ver afectados por este proyecto.

Ilustración 26. Matriz de influencia e interés en el proyecto.



Según el análisis realizado en el cuadrante de notificación se encuentran los usuarios esporádicos del almacén, los cuales poseen poco interés y su poder en la

toma de alguna decisión es mínimo, por lo que no hace falta mantenerlos informados en todo momento.

Para el cuadrante en el cual se deben “Mantener Informadas” las partes interesadas en todo momento, se encuentran los proveedores del almacén, el área de recibo de materiales y los operarios de mantenimiento ya que estos poseen poco poder, pero se encuentran sumamente interesados y deben ser involucrados ya que podría ser necesario consultarlos acerca de las necesidades del negocio o sobre los procesos o prácticas actuales, así como cualquier detalle relacionado con el proyecto.

El Departamento de Auditoría Interna de RECOPE se encuentra en el cuadrante de “Mantener Satisfecho” junto con el Departamento de Presupuesto ya que tienen un alto poder en las decisiones a corto y mediano plazo del proyecto, sin embargo, no es necesario abrumarlos con comunicación detallada y continua ya que no están directamente relacionados en la realización del proyecto.

Por último, en el cuadrante de “Gestionar cercanamente” se encuentran los Stakeholder con alta influencia e interés y es el grupo que está totalmente comprometido con el proyecto y requerirá el mayor esfuerzo.

La jefatura del almacén, el Área de Planificación y Control y los técnicos de suministros encargados de la planificación de materiales son actores clave involucrados en la gestión del proyecto, la toma de decisiones y el equipo del proyecto.

4.11 MATRIZ DE LA ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Mediante el uso de una matriz de responsabilidades RACI (responsable de la tarea, supervisión de la ejecución, consultado acerca de la tarea e informado de la tarea) se muestra la actual designación de roles y responsabilidades con que se cuenta en el almacén de materiales.

Tabla 49. Matriz de influencia e interés en el proyecto.

Área de Planificación y Control	Tabla de Asignación de Responsabilidades		
Roles	Técnicos programadores	Asistente de Almacén	Jefe de la Dependencia
Actividad			
Identificar los productos con movimiento de los últimos 3 años.	R/A		I
Promediar las salidas por material	R/A		I
Calcular el pronóstico de compra.	R/A		I
Revisar las existencias del material en stock	R/A		I
Evaluar la necesidad de compra.	C/I		R
Determinar las cantidades del material a comprar	R/A		I
Revisión y envío de solicitud de reserva presupuestaria.	R/A		C/I
Coordinar citas de recepción de material	C/I	R/A	I
Recibir material	I	R/A	I

Fuente: Elaboración propia.

4.12 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

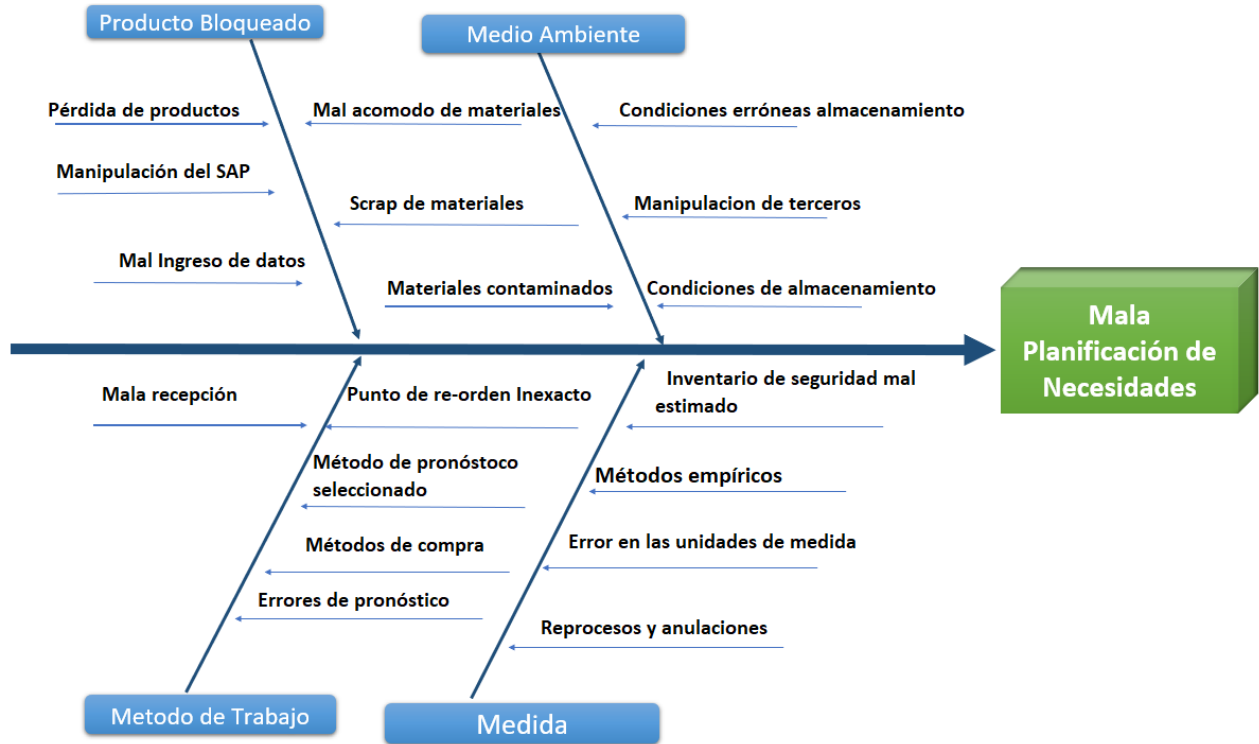
El siguiente diagrama se realizó con el fin de determinar las posibles causas que generan el problema estudiado; para este fin se hizo uso de la observación del proceso abarcando la planeación, el recibo y el despacho de materiales.

Estas causas se dividen en varias categorías entre las cuales se encuentran, medio ambiente, producto bloqueado, método de trabajo y medida.

Al mismo tiempo estas causas primarias poseen causas secundarias. Para su elaboración se tomó como base una lluvia de ideas por parte de todos los involucrados en el proceso que ayudaron a identificarlas y que son la razón principal porque la que el proceso de pedido de materiales no cumple con los requerimientos del almacén.

Con el fin de comprender y conocer las causas raíz se realiza un diagrama Ishikawa, este diagrama se muestra a continuación:

Ilustración 27. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura anterior existen diecinueve causas las cuales afectan de manera directa el proceso de pronóstico de los materiales del almacén y que hacen que el problema raíz se defina como una mala planificación de necesidades que se refleja en el uso excesivo de la herramienta alternativa de compras por caja chica.

Las causas se identifican de la siguiente manera: seis causas principales en el producto bloqueado, tres causas en el medio ambiente; seis causas en el método de trabajo y cuatro causas para la medida.

4.12.1.1 Producto bloqueado

Con respecto a esta causa es importante mencionar que se produce de manera recurrente, debido a que cuando el asistente de almacén llega al estante para recoger el material y llevarlo a la mesa de despacho de materiales, el mismo no se encuentra.

Al no tener una razón que justifique el faltante, se procede al bloqueo en el sistema de este, pero es hasta este momento en que se alerta de la situación, cuando ya el usuario está esperando el artículo, por lo que no se puede atender la reserva solicitada.

En otros casos a pesar de que el asistente de almacenes se solicitó mediante correo electrónico bloquear en el sistema la disponibilidad del artículo, la persona encargada por algún motivo no realiza el bloqueo en el momento indicado y el material sigue con el status de disponible, lo que genera también el malestar de los asistentes de almacén que pierden tiempo yendo de nuevo a buscar el artículo y también por parte del usuario final quien no toma en cuenta el tiempo que a partir de ese momento le tomará salir del centro de trabajo a realizar la compra de dicho artículo por medio de "Caja Chica" para atender su necesidad.

En lo concerniente a la mala manipulación del sistema, se presenta el caso de que los materiales se visualizan como bloqueados, pero no se tiene ningún registro del porqué están bloqueados, sin embargo, el material si se encuentra en espera para su despacho en el estante, debido a esta situación no se atienden las reservas de materiales. Este mal manejo del sistema incrementa la demanda insatisfecha.

Además de lo anterior, el mal ingreso de datos se origina debido a los inventarios administrativos que se realiza de manera quincenal, estos inventarios son realizados con el fin de comparar la cantidad de bienes disponibles en el sistema, contra la cantidad física en el estante.

En muchas oportunidades, el asistente de almacenes que realiza este inventario no muestra mucho interés a la hora de verificar si realmente existe un faltante del material y reporta el supuesto faltante para su bloqueo en el sistema; días después en otra revisión de esa área el material se logra ubicar y se desbloquea nuevamente, el problema radica en el tiempo que tardó en determinarse el mal ingreso de las cantidades y el mal acomodo de los materiales.

Por último, se encuentra el scrap de materiales como una de las causas que interviene de manera negativa en la atención de reservas al no realizarse de forma adecuada.

El objetivo de este proceso es dar de baja a los materiales que por alguna razón sufren deterioro, se destruyen de alguna manera o pierden alguna de las características por las cuales se adquirieron, sin embargo, si no se realiza en el momento que se indica por los asistentes cuando realizan los inventarios administrativos, esto influye para que no se pueda atender alguna solicitud de materiales.

4.12.1.2 **Medio ambiente**

La vida útil de los materiales y su disponibilidad se está viendo afectada debido a condiciones erróneas de almacenamiento, ya que las mismas no son las óptimas para cada tipo de producto, en donde se deben tomar en cuenta variables como temperatura, espacio, humedad o posición como según se indica en las fichas técnicas del material.

También se da el caso en el que los materiales son ubicados en lugares donde se cree si se cumple con las condiciones establecidas en la ficha técnica del material, pero en realidad no es así, por lo que el producto se empieza a deteriorar, y con el paso del tiempo a perder sus propiedades de manera más rápida.

A lo anterior se debe agregar el hecho de que, en el almacén, la limpieza de las estanterías la realiza personal externo a RECOPE, lo que produce algunas veces que a la hora que estos funcionarios mueven materiales para limpiar no los regresan al lugar que corresponde, o los dejan fuera de las áreas a las que pertenecen.

4.12.1.3 **Método de trabajo**

Los asistentes de almacén no siguen el instructivo para la recepción de materiales, lo que ocasiona que se presenten errores en las cantidades que ingresan al almacén o que las cantidades que quedan pendientes no lleguen a ingresar.

No existe un modelo que permita la selección adecuada de un método de pronóstico para cada tipo de material, actualmente esto se hace de manera empírica o con base a la experiencia de cada uno de los técnicos.

No se toma en cuenta los indicadores de desempeño conocidos como MAP o MAPE para la toma de decisiones en la solicitud de materiales, cual hace que no importante la proporción del error del pronóstico se sigue utilizando el mismo método.

Esto sigue sucediendo aun cuando se hace el cálculo para comprar materiales por caja chica, lo que hace que este problema se siga repitiendo una y otra vez.

No existe ningún tipo de programa de capacitación para los técnicos de suministros, que les permita tener el conocimiento mínimo requerido para una estimación más exacta de la demanda.

Actualmente el sistema que se utiliza tiene un error en el cálculo del punto de reorden, lo que hace que los técnicos que toman como base este parámetro, cometan un error de cálculo.

4.12.1.4 **Medida**

No existe una estimación adecuada de las cantidades que se deben de indicar al proveedor para que mantenga disponible como stock de seguridad o para que el almacén mantenga en stock, por lo cual la relación entre tiempo de entrega y el correcto aprovisionamiento nunca es correcta.

Con respecto a las unidades de medida, hay un desconocimiento por parte de los asistentes de almacén de la manera en que se deben de despachar ciertos materiales, por lo que a veces se entregan materiales que salen por unidad, como si fueran juegos de materiales o se entregan cantidades por pares, cuando lo correcto es entregar por unidad.

Cuando se da lo anterior y se logra detectar el error, provoca que se tenga que efectuar anulaciones o reprocesos en el sistema, lo cual se genera atrasos en las entregas y no siempre las cantidades que se incluyen de nuevo en el sistema son las correctas.

4.13 HERRAMIENTA DE ANALISIS MULTIVOTO

Al tener como base el diagrama de Ishikawa y las causas reflejadas en él, se realizó un análisis multivoto, tomando en cuenta al todo el personal del Área de Programación y Control para verificar las causas más críticas a las cuales se le debe buscar una solución.

En la siguiente tabla, se definen las causas que abarcan la mayor parte del problema visto en el proceso de pedido de materiales con lo cual se va a poder implementar una mejora.

En la tabla 07 se muestran las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, las cuales se señalan por una serie de valores, el número 1 es el de menor valor y el número 10 el de mayor valor.

Estos valores se asignan por los técnicos de suministros para medir su importancia. Se identifican las cuatro causas más críticas, proporcionadas por medio de esta herramienta para implementar un análisis más detallado.

Con base en esas causas mostradas en el multi voto: Método de Pronóstico mal seleccionado, Stock de seguridad mal estimado, falta de indicadores para medir los errores de pronóstico y ausencia de una metodología se realiza el enfoque de la mejora, con el fin de lograr su minimización o eliminación.

Tabla 50. Herramienta de Análisis Multivoto

	ANÁLISIS DEL MULTIVOTO	CALIFICACIÓN	PARTICIPACIÓN
1	Método de pronóstico mal seleccionado	70	18%
2	Establecer una metodología estandar para todos los técnicos de suministros	60	16%
3	Stock de seguridad mal seleccionado	54	14%
4	Falta de indicadores para medir los errores de pronóstico	52	14%
5	Pérdida de materiales sin reporte	29	8%
6	Malas condiciones de almacenamiento	28	7%
7	Mal acomodo de materiales que se determinan como extraviados	27	7%
8	Condiciones erróneas de almacenamiento	24	6%
9	Mala recepción de los materiales por parte de los asistentes de almacén	23	6%
10	El punto de reorden en el sistema del almacén es deficiente	18	5%
		385	100%

Fuente: Elaboración propia.

4.14 LOS CINCO ¿POR QUÉ?

Mediante el uso de esta herramienta, se analiza y se busca explorar con más énfasis las relaciones causa y efecto que ya fueron encontradas para determinar la causa raíz del problema.

En este caso, la mala planificación de las necesidades es la que está causando el problema descrito anteriormente

Como parte del desarrollo de esta herramienta se tomaron las causas críticas del problema con el fin de eliminar gran parte de las barreras que sustentan las decisiones habituales y generar soluciones radicales a los problemas.

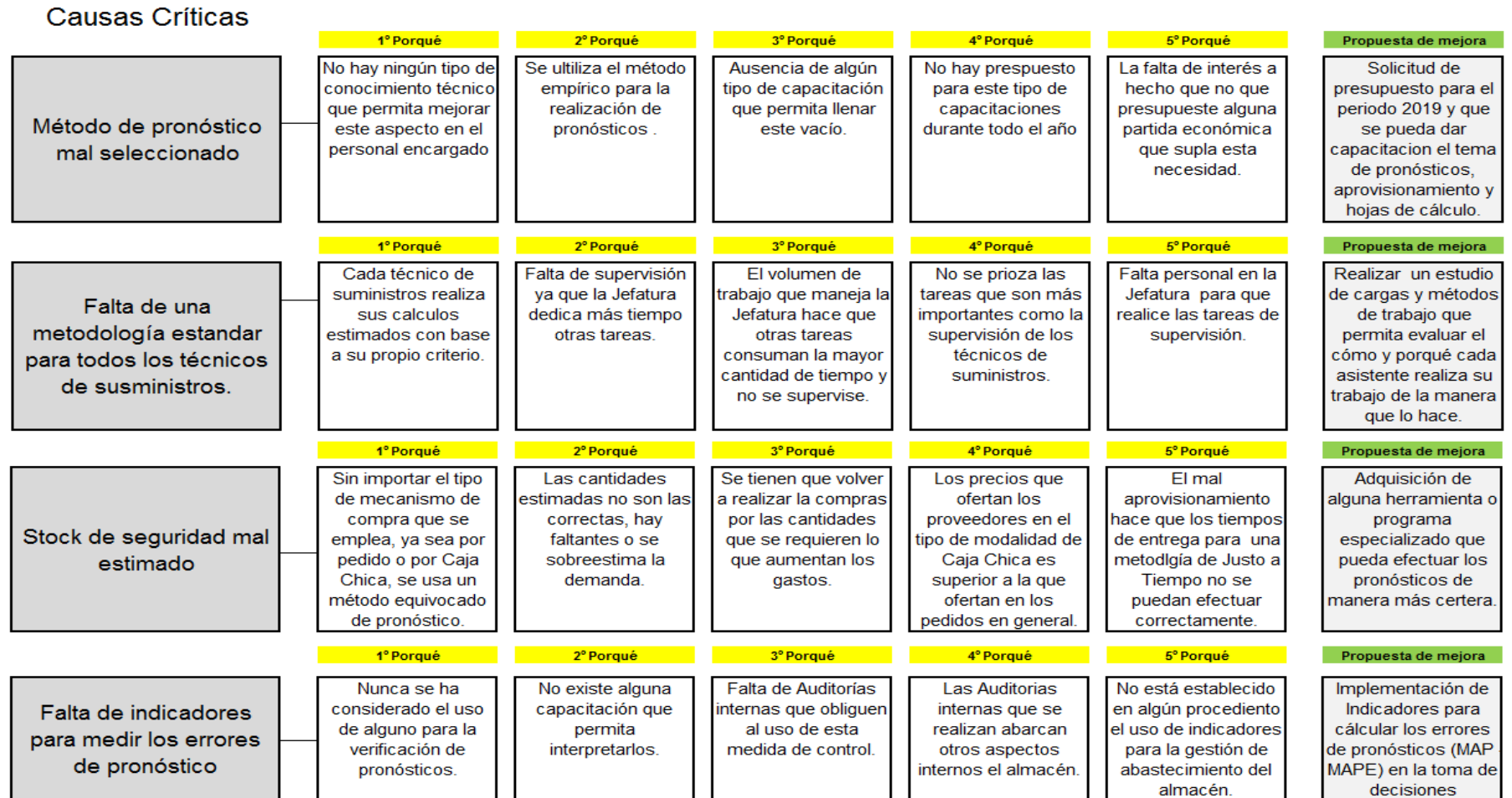
Se tomó como base las causas encontradas en el diagrama causa y efecto, las mismas fueron objeto de una ponderación con la herramienta multivoto.

Como resultado de esta herramienta se logró determinar 4 causas críticas a las cuales se procedió a preguntar ¿Por qué esto es así? o ¿Por qué está pasando esto?, en al menos 5 veces.

Con lo anterior se logró obtener y buscar a fondo dentro de la situación actual con el fin de no conformarse con causas que ya han sido probadas y ciertas.

Ilustración 28. Metodología 5 Porqués

Metodología 5 Porques (Causas Críticas del Proyecto)



Fuente: Elaboración propia.

4.15 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

- Se identifica la ausencia de manuales de trabajo y carencia de documentos o registros sobre los procesos del Almacén. Esto ha provocado una deficiencia en la asignación de responsabilidades al personal encargado de la planificación de necesidades y abastecimiento de los productos. Por esto se presenta variabilidad en los métodos de trabajo y los procesos del Almacén.
- Del total de familias definidas para este proyecto, cinco son las responsables de casi el 80% de la mayor cantidad de artículos que se adquieren por caja chica, en donde la principal es la familia de “Equipo de protección personal y Uniformes”.
- La mayor demanda de artículos dentro del almacén de materiales se presenta en la familia denominada como “Equipo de Protección Personal y Uniformes” que para los periodos comprendidos entre el año 2016 al 2018 representó alrededor de un 14,72% de la demanda total para el centro 6000 (Almacén de Materiales El Alto).
- Los índices de rotación correspondientes a cada familia de materiales no pueden tomarse en cuenta como un parámetro confiable acerca de una buena rotación de los materiales del almacén ya que presentan un sesgo considerable al ser influenciados por las CCC que se presentan de manera constante.
- Debido a la mala planificación del aprovisionamiento, se adquieren materiales los cuales no presentan una salida del almacén de acuerdo a lo esperado, y los materiales considerados como críticos presentan desabastecimiento, razón por la cual se tiene que salir a adquirir por otros métodos de compra los cuales encarecen su precio.
- Todos los pronósticos que los técnicos de suministros realizaron a los materiales que se delimitaron para este estudio antes de este proyecto, se

analizaron mediante los indicadores MAP y MAPE, dejando en evidencia que todos presentan una sobrestimación.

➤ Con las técnicas actuales para el cálculo del aprovisionamiento y las necesidades del almacén, los indicadores que se establezcan van a mantener dando resultados negativos los cuales se traducen en un sobre stock y compras de emergencia por caja chica.

➤ El punto de reorden generado por el ERP con que cuenta RECOPE no es una herramienta confiable ya que hace estimaciones con base en datos los cuales son erróneos y que ocasionan que los técnicos calculen mal las estimaciones.

➤ Mediante la etapa de análisis se logró comprobar que el criterio experto, así como el empirismo con que se realizan muchas de las actividades de los procesos señalados impacta la eficiencia de estos, ya que, al depender directamente de la experiencia de los técnicos, se corre el riesgo de tener desabastos de materias primas.

➤ Según el análisis realizado por medio de la herramienta de calidad Diagrama de Ishikawa, se puede argumentar que la mayoría de las causas se originan del método de trabajo y la manera en que se miden o estiman las necesidades.

➤ La utilización de métodos de compra como la caja chica para poder abastecer de manera rápida los diferentes materiales solicitados y que no se encuentran disponibles para su despacho y entrega ha hecho que se encarezca la adquisición de materiales.

➤ Finalmente, es necesario tomar en cuenta que la dependencia de Administración de Almacenes forma parte de una institución pública, por lo que debe apegar estrictamente a las leyes que la rigen para realizar sus funciones. Por esta razón, todas las propuestas que se vayan a diseñar deben estar enmarcadas bajo la misma legislación para poder ser implementadas.

5 CAPITULO V
DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES

Los pronósticos de requerimientos de materiales juegan un papel fundamental dentro de cualquier tipo de organización y los datos obtenidos de estos fungen como materia prima dentro del planeamiento, operación y control de todas las demás áreas de esta empresa.

Para RECOPE, el obtener sus bienes depende directamente de la dependencia de Administración de Almacenes ya que es el único proveedor de productos para todos los departamentos. Por tanto, la disponibilidad de materias que tenga esta dependencia se ve reflejada en el nivel de servicio global y capacidad operativa de la organización.

Debido a lo anterior, en esta etapa se realiza una propuesta de mejora que permita resolver o bien disminuir las causas más relevantes que fueron identificadas en el capítulo anterior y que permita demostrar el beneficio de la mejora por medio de procesos sin incurrir a gastos por implementación de equipos o herramientas adicionales para el Departamento de Administración de Almacenes.

La propuesta se enfoca principalmente en una herramienta calculadora de pronóstico que ayude al análisis previo del inventario, y con esto poder realizar pedidos de acuerdo a todas las variables que permitan una estimación de materiales lo más certera posible.

De acuerdo con lo detectado en el análisis de diagnóstico del proyecto, en la dependencia de Administración de Almacenes de RECOPE se presenta la ausencia de un método específico que logre estandarizar el proceso de aprovisionamiento de materiales.

Esto ocasiona que la gestión de inventarios no sea óptima y produzca faltantes en los pedidos realizados, por esta razón para el presente diseño se incluye una herramienta calculadora de pronóstico, logre establecer los parámetros adecuados para el manejo y control de los inventarios de cada SKU delimitado.

Cabe destacar que esta herramienta se aplicará para los productos que se puedan adquirir bajo la modalidad de compra según demanda o de compras por escasa cuantía con entregas parciales.

5.2 IMPLEMENTACION DE LAS PROPUESTAS

En este apartado, se explicará el procedimiento que se siguió para implementar las propuestas de mejora que se priorizaron en las etapas anteriores de este proyecto.

En la siguiente Tabla se mostrará un resumen de las propuestas de mejora para el proceso de pronóstico de materiales en el Almacén de Suministros de RECOPE así como también las causas que ataque cada una de ellas:

Tabla 51. Resumen de las propuestas

<i>Propuesta</i>	<i>Causa que impacta</i>	<i>Responsable</i>
Implementación de una herramienta de pronóstico para uso general de los técnicos de suministros	<i>Metodo de pronóstico mal seleccionado</i>	Area de programación y control
	<i>Stock de seguridad mal seleccionado</i>	
Estandarización de métodos de trabajo para los técnicos del Almacén mediante fichas procedimentales	<i>Falta de una metodología estandar para todos técnicos de suministros</i>	Area de programación y control
Implementación de indicadores para el cálculo de la exactitud del pronóstico. (MAP, MAPE).	<i>Falta de indicadores para medir los errores de pronósticos</i>	Area de programación y control

Fuente Elaboración propia.

A pesar de este interés por parte de RECOPE en implementar la mayoría de las propuestas, por el periodo del año (junio), existen algunas de ellas que no pueden ser aplicadas inmediatamente como por ejemplo el cálculo de pronósticos, por lo que se proceden a simular para cuantificar su impacto. La simulación será explicada en apartados posteriores.

Finalmente, es importante resaltar que debido a que la metodología definida para elaborar este proyecto se basa en la implementación de una herramienta calculadora que permita a la Dependencia de Administración de Almacenes optimizar constantemente su procesos de adquisición de bienes, en esta etapa de validación se utilizaron las reuniones de capacitación con los operadores para definir de forma

cuanto a la participación activa de los miembros del Almacén en el control y seguimiento de los procesos.

A continuación, se explica la implementación de cada una de las propuestas desarrolladas.

5.2.1 Herramienta de Calculadora de Pronóstico.

En esta etapa se brindará una herramienta o calculadora de pronósticos la cual se ha denominado “Herramienta para el cálculo de pronósticos”.

Para llevar a cabo el cálculo de los pronósticos de demanda, se utiliza la base de datos disponible en el sistema integrado SAP. De ella se extrajeron los consumos mensuales para cada uno de los códigos delimitados para este proyecto. Se utilizan datos históricos de 3 años (2015, 2016 y 2017).

Además, estos periodos son representativos y permiten identificar la posible estacionalidad o tendencias.

Se entiende por periodo a la unidad mensual. Al disponer de 36 periodos históricos para el análisis de demanda se logra desarrollar pronósticos para un horizonte de tiempo de t meses, según lo requerido por el Almacén dentro de su sistema de contratación por escasa cuantía, para los productos delimitados del proyecto mediante una herramienta calculadora de pronóstico. En este caso específico se logra pronosticar todo el año 2018 y los meses de enero, febrero y marzo del 2019

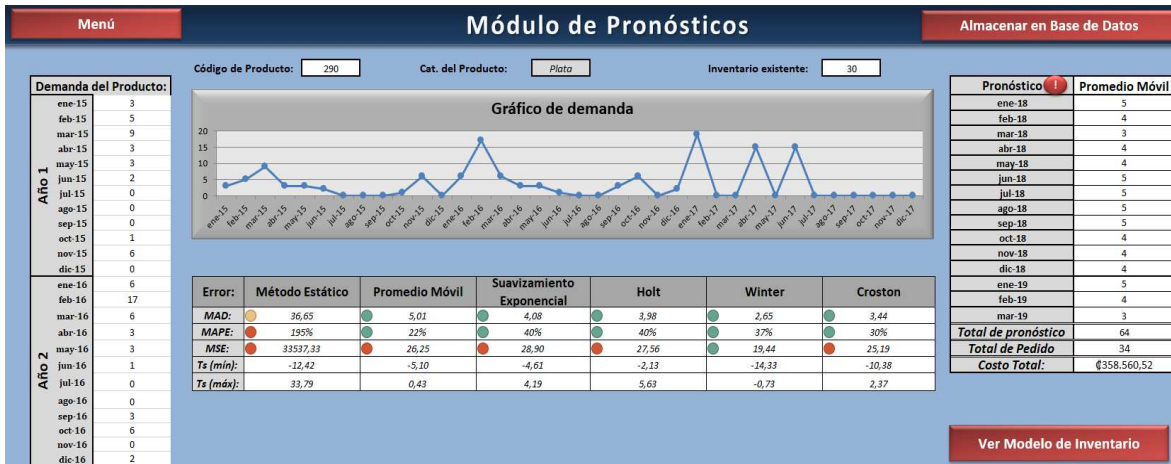
Dado que no todas las demandas se comportan de forma similar entre sí, es necesario definir parámetros que ayuden a identificar cuáles métodos de pronóstico se adaptan a los códigos de productos delimitados.

La herramienta diseñada cuenta con 6 métodos de pronósticos, mismos que se deben ir descartando, conforme los técnicos del Almacén vayan analizando las demandas correspondientes.

Esta selección de los métodos de pronóstico garantiza que mediante el criterio experto de los técnicos junto con la herramienta calculadora de pronóstico se logre dar una mayor confiabilidad a los datos pronosticados, disminuye la incertidumbre en los cálculos.

En la siguiente figura se puede ver ya funcionando la herramienta:

Ilustración 29. Herramienta para el cálculo de pronósticos



Fuente: Elaboración propia

Para este proyecto se define la siguiente metodología de selección:

Ilustración 30. Herramienta para el cálculo de pronósticos.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explica cada una de estas etapas:

5.2.1.1 Analizar cualitativamente la demanda

Como primer paso para determinar el método de pronóstico adecuado para cada producto, el técnico en suministros deberá realizar un estudio del gráfico de demanda con el fin de identificar elementos como nivel, tendencia, estacionalidad o si la demanda es errática y según estas características seleccionar cuál (es) método (s) de pronóstico se adaptan a éstas.

5.2.1.2 Cálculo errores de pronóstico

Todo pronóstico cuantitativo posee cierto grado de error asociado a la variable sistemática de la demanda, ya que el comportamiento del futuro no siempre es un reflejo exacto del pasado.

Los errores de pronóstico son una herramienta útil para evaluar que tan certero es el método de pronóstico utilizado en cuanto a la predicción de esas variables. Es decir, determina qué tan cerca se encuentra la demanda pronosticada a la real observada.

Es por esta razón que la herramienta calculadora de pronóstico aporta una serie de errores que junto con el estudio gráfico de la demanda ayudarán al técnico a definir cuál método predice con mayor exactitud la demanda futura.

5.2.1.2.1 Desviación absoluta media (MAD):

La desviación absoluta media es el promedio de la desviación absoluta de la demanda durante todos los periodos, y se representa mediante la siguiente fórmula:

$$MAD_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad (1)$$

Dicha fórmula la utiliza la herramienta para estimar la desviación estándar del componente aleatorio de la demanda, suponen que éste se encuentra distribuido normalmente.

5.2.1.2.2 Desviación media porcentual ($MAPE_t$):

Es el error absoluto promedio, expresado como porcentaje de la demanda y está dado por:

$$MAPE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{A_t}{D_t} \right) * 100 \quad (2)$$

Este error le permite a la herramienta medir la variación porcentual del error en el pronóstico para un periodo determinado, con esta información el técnico de suministros debe seleccionar el menor error de pronóstico que se presente para cada uno de los métodos de pronósticos que presenta la herramienta calculadora.

5.2.1.2.3 Error Cuadrático Medio (MSE_t):

Este tipo de error se relaciona con la varianza del error del pronóstico. En efecto se estima que el componente aleatorio de la demanda tenga una media de 0 y una varianza emitida por dicho error. Su fórmula matemática es:

$$MSE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (E_t)^2 \quad (3)$$

Esta técnica la utiliza la herramienta para determinar la precisión del modelo de pronóstico.

5.2.1.2.4 Señal de rastreo (TS_t):

Es considerada una señal de rastreo, y este tipo de error permite valores entre -6 y 6. Es decir, si el error arroja valores menores que -6, esto indica que el pronóstico tiene sesgo y está sub-pronosticado. Mientras que, si se dan valores mayores a 6, indica igualmente que el pronóstico está sesgado y está sobrepronosticado.

Es importante destacar que si se dieran estas dos últimas situaciones se tiene que cambiar automáticamente el método del pronóstico.

5.2.1.3 Análisis de los errores de pronósticos permitidos

El último paso de la metodología que utiliza la herramienta calculadora se basa en tres agrupaciones las cuales se proceden a definir según los niveles de error permitidos y que se detallan a continuación:

Tabla 52. Errores por categoría

Error	Alerta	Categoría Oro	Categoría Plata	Categoría Bronce
MAD	Verde	<15	<35	<50
	Amarillo	16 <MAD <25	36 <MAD <60	51 <MAD <70
	Rojo	>26	>61	>71
MAPE	Verde	<20%	<35%	<60%
	Amarillo	<21%MAPE<30	<36%MAPE<50	<61%MAPE<70
	Rojo	>31%	>51%	>81%

Fuente: Elaboración propia

Según lo anterior, la herramienta calculadora brinda una señalización por color para cada agrupación.

Así, el técnico encargado de analizar el pronóstico puede detectar qué tan exacto será el pronóstico y cuál método es el adecuado para cada SKU evaluado.

5.2.1.3.1 Señal Verde:

En este primer caso, el técnico debe recurrir al análisis de los métodos de pronóstico para los cuales la herramienta calculadora de pronóstico presenta señales de color verde ya que son los que se ajustan de mejor manera a la realidad.

Primeramente, se identifica el que arroje un menor valor de MAPE, simultáneamente se observa cuál método presenta el menor valor de MAD

En caso de que varios métodos de pronóstico cuenten con valores aceptables en comparación con los parámetros de señal verde, los operarios serán capacitados para analizar el comportamiento gráfico de la demanda y detectar elementos como estacionalidades, niveles o tendencias que ayudarán a seleccionar el método indicado.

5.2.1.3.2 Señal Amarilla:

En caso de que los errores de pronóstico no presenten señales verdes y por el contrario, predominen las señales de color amarillo, éstas significan que el error de pronóstico es aceptable, pero no se apega al nivel deseado por la organización.

Al analizar las demandas históricas reales de algunos códigos de productos, se observa como algunas de ellas presentan picos irregulares que no se vuelven a presentar en los demás años. Al consultar con los técnicos encargados se afirma que estos altos volúmenes de demanda pueden ser causados por situaciones aisladas o porque algún periodo absorbió la demanda de otros periodos.

Estos picos atípicos introducen variabilidad a la demanda y provocando que los errores de pronóstico aumenten significativamente.

5.2.1.3.3 Señal Roja:

Como último punto se encuentra la posibilidad de que ningún error de pronóstico se adapte a los requerimientos de las demandas y presente señales rojas.

En este caso, lo recomendado para los técnicos es revisar la información histórica de los datos y comprobar que no se están ingresando mal los datos. O, si los archivos extraídos de la base de datos no son compatibles con el formato de la herramienta calculadora de pronóstico. Si se observa que la demanda se ingresó de forma correcta y aún la señal continúa se puede apelar al criterio experto como medida de acción preliminar. El técnico encargado de la revisión de ese código puede definir un estimado de demanda preliminar y utilice nuevamente los análisis gráficos.

Ilustración 31. Herramienta para el cálculo de pronósticos

Error:	Método Estático	Promedio Móvil	Suavizamiento Exponencial	Holt	Winter	Croston
MAD:	● 36,65	● 5,01	● 4,08	● 3,98	● 2,65	● 3,44
MAPE:	● 195%	● 22%	● 40%	● 40%	● 37%	● 30%
MSE:	● 33537,33	● 26,25	● 28,90	● 27,56	● 19,44	● 25,19
Ts (mín):	-12,42	-5,10	-4,61	-2,13	-14,33	-10,38
Ts (máx):	33,79	0,43	4,19	5,63	-0,73	2,37

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se pueden observar los tipos de señales que se presentan para cada pronóstico evaluado por la herramienta calculadora.

5.2.1.4 Selección de método de pronóstico

Una vez que el técnico de suministros cuenta con toda la información a disposición y con ayuda de la herramienta calculadora de pronósticos, debe proceder con la elección del modelo que mejor se ajuste al tipo de demanda que presenta el material, con lo cual puede continuar con el proceso para finalizar con un consolidado de necesidades.

5.2.2 Estandarización de los métodos de trabajo para los técnicos del almacén.

El diseño de los métodos adecuados para la realización de los procesos de Planificación de Necesidades y Abastecimiento debe abarcar la estandarización de estos

El fin es cumplir con el objetivo planteado para el presente proyecto. De acuerdo con el diagnóstico, actualmente el proceso de planificación apela principalmente al criterio experto de cada técnico del Almacén, por lo que en esta sección se busca corregir este aspecto.

La propuesta de diseño se basa en dos focos de atención. El primero está relacionado directamente con la estandarización, en donde la documentación y capacitación de los empleados será fundamental. Además, facilita la reducción de actividades que no generan valor a los procesos.

En cuanto al segundo foco se plantea la necesidad de agregar puntos o métodos de control para las actividades generadoras de valor en los procesos. Esto se logra mediante la aplicación de indicadores de éxito y responsables de su revisión.

Para el diseño y control de estos procesos se utiliza una ficha de proceso, la mismas contienen un resumen de los elementos que forman parte de del proceso, así como de su finalidad, recursos, responsables y los controles que se pueden aplicar para verificar su eficacia.

Además, para garantizar este control de actividades se elabora una serie de indicadores de éxito que puedan garantizar la sostenibilidad de la mejora.

5.2.2.1 Proceso de planificación de necesidades

Para el diseño del Proceso de Planificación de Necesidades propuesto, primeramente, se elabora la ficha de proceso respectiva, en ella se logran visualizar las actividades que conforman el proceso, los recursos necesarios, los responsables, así como la misión que este proceso cumplirá dentro de la dependencia:

Tabla 53. Ficha de planificación de necesidades

FICHA DE PLANIFICACIÓN DE NECESIDADES
MISIÓN DEL PROCESO
Permitir que la dependencia de Administración de Almacenes disponga de los requerimientos de bienes de uso común para toda la organización, definiendo los niveles de inventario para cada SKU.
ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los productos con movimiento de los últimos 3 años. 2. Identificar el método de pronóstico por SKU.

4. Determinar la necesidad de compra.	
5. Evaluar la necesidad de compra.	
RESPONSABLE DEL PROCESO	
Técnicos programadores, Jefe de Dependencia, Asistentes de Almacén.	
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO
1. Datos de cada SKU 2. Criterio de los operadores	Necesidades de compra para cada SKU del inventario.
PROCESOS RELACIONADOS	
Proceso de abastecimiento	
RECURSOS/ NECESIDADES	
SAP, Herramienta calculadora de pronóstico, personal operativo.	
REGISTROS/ ARCHIVOS	
Base de datos de SAP.	
INDICADORES	
Tabla de indicadores de control Proceso de Planificación de Necesidades	

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se presenta un resumen de los elementos que forman parte del proceso de planificación, su finalidad, y los controles que se le pueden aplicar para verificar su eficacia.

La ficha de proceso para el proceso de planificación de necesidades se utiliza para establecer características de manera sencilla y lograr analizar los indicadores de eficacia asignados, con lo cual se efectúa un estudio rápido del proceso para determinar cambios y mejoras. Una vez elaboradas y revisadas resultan de gran ayuda a la hora de documentar los procesos en caso de ser necesario.

5.2.2.2 Proceso de Abastecimiento

Al igual que para el proceso anterior, al Proceso de Abastecimiento también se le realiza una ficha de proceso tal y como se observa seguidamente:

Tabla 54. Ficha para el proceso de abastecimiento.

FICHA DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO
MISIÓN DEL PROCESO

Garantizar la disponibilidad y adquisición de la cantidad de bienes de uso común que fue planificado para el periodo operativo.

ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO

1. Realizar consolidado de Materias primas requeridas.
2. Enviar consolidados u órdenes de compra a revisión.
3. Seleccionar método de compra o realizar el pedido marco correspondiente.
4. Contratar proveedor.
5. Coordinar citas de recepción de material.
6. Recibir material.

RESPONSABLE DEL PROCESO

Técnicos programadores, Jefe de Dependencia, Asistentes de Almacén.

ENTRADAS DEL PROCESO

1. Cantidad de materia prima requerida
2. Costo de materia prima.

SALIDAS DEL PROCESO

Adquisición y recepción de materia prima.

PROCESOS RELACIONADOS

Proceso de planificación de necesidades, Proceso de almacenamiento.

RECURSOS/ NECESIDADES

SAP, Herramienta calculadora de pronóstico, personal operativo.

REGISTROS/ ARCHIVOS

Base de datos de SAP.

INDICADORES

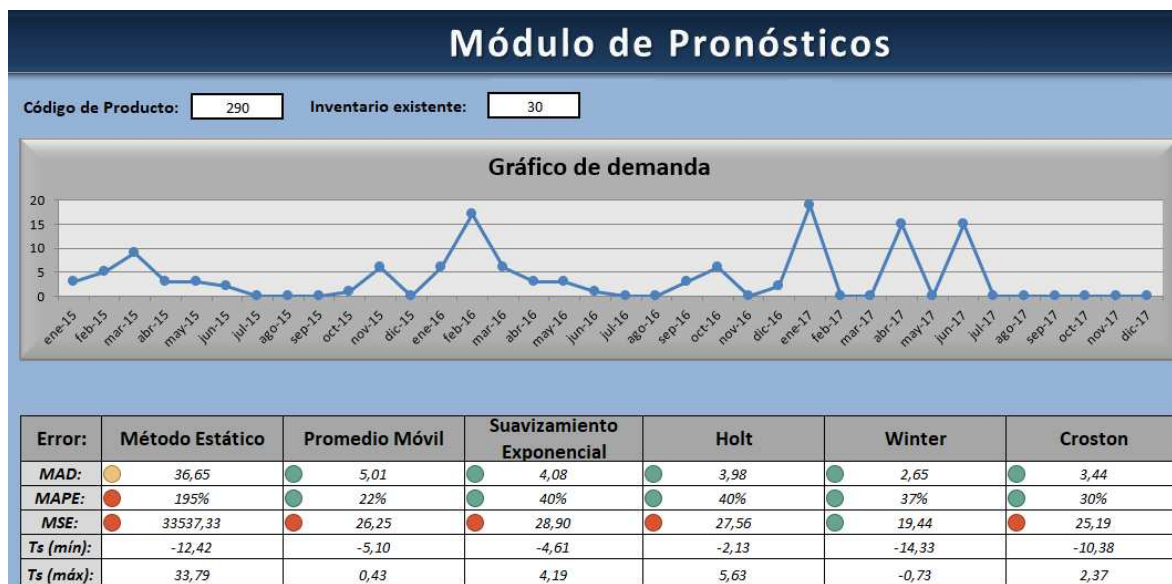
Tabla de indicadores de control Proceso de abastecimiento

Fuente Elaboración propia.

5.2.2.3 Módulo de pronósticos

En relación con la implementación de la herramienta calculadora de pronóstico diseñada, es importante señalar que debido a que el diseño se concluyó en el mes de mayo del año 2019, no se ha podido utilizar la para pronosticar las necesidades del presente año.

Ilustración 32. Módulo de pronósticos



Fuente Elaboración propia.

RECOPE actualmente maneja dos modalidades para la adquisición de bienes, la mayoría según demanda y la otra por medio de pedidos según los cuales debe calcular una cantidad específica que cubra la demanda total anual requerida, esta cantidad se le pide al proveedor que haga entregas parciales varias veces al año hasta entregar la cantidad total de materiales pactados en un inicio.

Para los pedidos por entregar parciales, la ejecución presupuestaria para el año 2019 ya se alcanzó por completo y para la modalidad según demanda, está en trámite una modificación presupuestaria que permita la adquisición de materiales para el último trimestre del año.

Por esta razón, para validar la herramienta diseñada, se decide simular el pronóstico de demanda para el año 2018 y los tres primeros meses del 2019.

Se utilizan las demandas del 2015 al 2017, por esto, se cuenta con las demandas reales de este periodo. La validación de los pronósticos se cuantificará por medio de errores de pronóstico. Para ello se aprovechará esta simulación para capacitar a los técnicos operadores, en cuanto al funcionamiento de la herramienta.

En esta capacitación se van a utilizar fichas de proceso diseñadas ya que éstas serán las guías con las que contarán los operadores en el cumplimiento del proceso de planificación de necesidades.

Además, se explicará teóricamente cada método de pronóstico, así como la interpretación de gráficos de demandas y los distintos errores que calcula la herramienta.

Finalmente, se acuerda que cada uno de los 7 técnicos programadores contará con una herramienta calculadora de pronóstico en sus computadoras y de acuerdo con lo mencionado anteriormente.

5.2.2.4 Método de administración de inventarios

De acuerdo con lo detectado en el análisis de diagnóstico del proyecto, en la dependencia de Administración de Almacenes de RECOPE se presenta la ausencia de una metodología estándar que sigan los técnicos de suministros.

Esto ocasiona que la gestión de inventarios no sea óptima y produzca faltantes en los pedidos realizados por los demás departamentos.

Al igual que en el caso de la implementación del método de pronóstico, el método de inventarios diseñado tampoco pudo ser implementado para el periodo presupuestario del 2019

Por esto, se decide simular la precisión del modelo para las demandas reales del año 2018 y los tres primeros meses del año 2019.

A diferencia que, para el método de pronóstico la simulación que se utiliza para validar esta propuesta se basa en utilizar un Excel programado que simule las demandas diarias reales para los códigos delimitados y comprobar que los niveles de inventario máximo, el punto de re-orden y los inventarios de seguridad se adaptan al comportamiento diario de las demandas

Ilustración 33. Método de Administración de Inventarios.



Fuente: Elaboración propia.

El primer paso de esta simulación fue calcular los parámetros del modelo en la herramienta calculadora que se elaboró en este proyecto. El cálculo de estos parámetros será utilizado como ejemplo en la capacitación de los empleados de la dependencia para que estos comprendan el funcionamiento de la herramienta, así como el significado de cada uno de los elementos calculados.

Cabe destacar que para esta capacitación se utilizarán las fichas técnicas diseñadas, para que los operadores comprendan de mejor forma.

Una vez que se calculan estos parámetros se procede a utilizar el Excel programado para la simulación, este cuenta con una columna en donde se ingresan las demandas reales del periodo 2015-2017.

Por medio de lo anterior se establecerán los inventarios máximos, punto de re-orden e inventarios de seguridad definidos para cada código.

A este Excel se le ingresaron fórmulas para que identifique el día en que el inventario alcanza el punto de re-orden y detona una orden de pedido. La cantidad de pedido se obtiene al calcular la diferencia entre el stock actual y el máximo de inventario definido.

Cada código cuenta con un lead time diferente por lo que en la programación también se identifica cuántos días deben pasar para que el pedido realizado se cargue al inventario actual. Una vez que se cumpla este periodo, automáticamente se suma esta cantidad al inventario disponible. Finalmente, una vez que se termina de correr la simulación para cada código

5.2.2.4.1 Lead Time

El tiempo de reaprovisionamiento es un parámetro de suma importancia para el cálculo del punto de re-orden e influye en la decisión de las condiciones de compra que se contratarán. En este caso, según lo definido por la organización, existe un parámetro máximo en el tiempo de entrega por familia de producto.

Los técnicos encargados de definir las condiciones del contrato de compra poseen un tiempo de entrega estándar para cada agrupación de productos y este debe ser cumplido por el proveedor ya que en caso contrario se expone a sanciones legales. Es por este motivo que para la programación de la herramienta se utilizan estos tiempos como el lead time por producto.

Ilustración 34. Parámetros del método de inventarios.

Cálculo de Parámetros del Método de Inventarios					
Código de producto:		290	Precio Unitario: € 10.676,74		
Método Holt		Método Winter		Método Croston	
Demanda anual de unidades	86	Demanda anual de unidades	24	Demanda anual de unidades	47
costo unitario	€ 10.676,74	costo unitario	€ 10.676,74	costo unitario	€ 10.676,74
Costo de adquisición (D*V)	€ 918.702,73	Costo de adquisición (D*V)	€ 260.414,06	Costo de adquisición (D*V)	€ 499.851,86
Desviación Estándar	7	Desviación Estándar	2	Desviación Estándar	0
Lead Time (L) días	20	Lead Time (L) días	20	Lead Time (L) días	20
Lead Time (L) años	0,054795	Lead Time (L) años	0,054795	Lead Time (L) años	0,054795
Inventario de seguridad (ss)	11	Inventario de seguridad (ss)	4	Inventario de seguridad (ss)	1
Deman. en tiem.	4,7149	Deman. en tiem.	1,3365	Deman. en tiem.	2,5653
Punto de reorden (S)	16	Punto de reorden (S)	5	Punto de reorden (S)	3
Inventario Máximo	28	Inventario Máximo	10	Inventario Máximo	4

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.4.2 Información de las materias primas

Este punto se encuentra directamente relacionado con el proceso de planificación de necesidades, ya que, por la naturaleza de la organización, el pronóstico dicta la cantidad de producto total que estará disponible durante el periodo definido de acuerdo con el método de contratación.

Por esta razón, el consumo histórico y la proyección de consumo que se utilizará como insumo para los cálculos de los parámetros provendrán del módulo de pronósticos de la herramienta.

Cuando el técnico procede a elegir el método de pronóstico y la cantidad de compra anual óptima, la herramienta utilizará ese pronóstico para transformarlo en requerimientos periódicos de materias primas.

5.2.2.4.3 Procedencia

Explica si la materia prima es comprada en el mercado nacional o si es importada, ya que esto afecta directamente el tiempo de contratación, el costo y la cantidad de producto que puede ser adquirida en los pedidos.

Además, se debe especificar el método de contratación que está aplicando, pues dependiendo del contrato que se establezca, así será la cantidad mínima o máxima de producto que puede ser solicitado al proveedor.

5.2.2.4.4 Unidad de medida

Este elemento es importante tomarlo en cuenta ya que el método de administración de inventarios debe trabajar con las mismas unidades de medida que el sistema integrado SAP utilizado por la organización. Esto se debe a que de esta base de datos es de donde los técnicos extraen la información requerida para los cálculos de pedidos.

La herramienta calculadora de pronóstico cuenta con estas unidades específicas para cada uno de los SKU.

5.2.3 Implementación de Indicadores para el cálculo de la exactitud del pronóstico

Se establecen un total de cinco indicadores con lo cual se pretende dar respuesta a esta falencia la cual se determinó en el diagnóstico previamente realizado.

Tabla 55. Tabla de indicadores.

Tabla de indicadores de control Proceso de Planificación de Necesidades			
Actividad	Nombre del Indicador	Fórmula de Cálculo	Impacto
Identificar método de pronóstico.	Errores de pronóstico	$MAD_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad MAPE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{A_t}{D_t} \right) * 100$ $MSE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (E_t)^2 \quad TS_t = \frac{Bí\alpha s_n}{MAD_n}$	Determinar qué tan preciso es método de pronóstico

Fuente: Elaboración propia.

Con la implementación de cada uno de ellos, se espera obtener los siguientes resultados:

- Minimizar los errores de pronóstico
- Aumentar los niveles de calidad
- Disminuir el gasto generado por las compras realizadas por el método de compra denominado “Caja Chica”.
- Incrementar la productividad de los técnicos de suministros.
- Controlar y conocer el estado del inventario del almacén de materiales.

5.3 BENEFICIOS DE LA IMPLMENTACION

Una vez que se ha explicado el procedimiento utilizado para validar las propuestas de mejora realizadas para el proyecto, en este apartado, se analizarán y cuantificarán los resultados una vez con las mejoras aplicadas.

5.3.1 Monto en Colones por pedidos realizados con el método actual de pronóstico

Para el periodo comprendido entre el 01 de enero del 2018 al 31 de marzo del 2019 se procedió a la recolección de datos con respecto a la cantidad en millones de Colones que se gastó mediante la realización de pedidos y a través de las compras por caja chica para los 19 materiales delimitados de la familia de Equipo de protección personal y Uniformes.

Cabe señalar que estos montos son el resultado de los cálculos realizados en la mayoría de los casos por medio del criterio experto de cada uno de los técnicos de suministros.

Los datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 56 Desglose de gastos por caja chica, materiales delimitados.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MONTO
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	₪ 307.241,00
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	₪ 321.300,00
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	₪ 723.219,66
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	₪ 228.774,00
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	₪ 616.770,00
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	₪ 154.456,00
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	₪ 118.211,64
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	₪ 154.163,28
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	₪ 36.889,95
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	₪ 73.778,13
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	₪ 149.567,00
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	₪ 400.942,60
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	₪ 1.183.735,21
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	₪ 1.343.946,50
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	₪ 1.319.439,42
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	₪ 794.740,61
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	₪ 453.897,00
5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43	₪ 453.897,00
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	₪ 302.598,00
		₪ 9.137.567,00

Fuente: Elaboración propia.

A continuación el detalle de los montos que ingresaron al almacén por medio de pedidos de artículos en el periodo antes mencionado:

Tabla 57 Desglose de gastos por pedido, materiales delimitados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MONTO
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	₪ 4.336.488,00
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	₪ 2.176.380,00
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	₪ 3.019.361,05
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	₪ 247.147,00
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	₪ 1.025.548,50
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	₪ 2.488.615,24
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	₪ 11.064.012,03
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	₪ 10.770.552,36
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	₪ 11.351.470,08
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	₪ 14.722.258,69
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	₪ 7.670.829,65
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	₪ 286.897,00
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	₪ 345.355,00
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	₪ 204.078,00
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	₪ 204.078,00
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	₪ 254.666,00
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	₪ 356.879,00
5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43	₪ 432.680,00
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	₪ 492.761,00
		₪ 71.450.056,60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. Consumo para el periodo determinado.

Periodo comprendido entre Enero 2018 al 31 de Marzo del 2019

IMPORTE

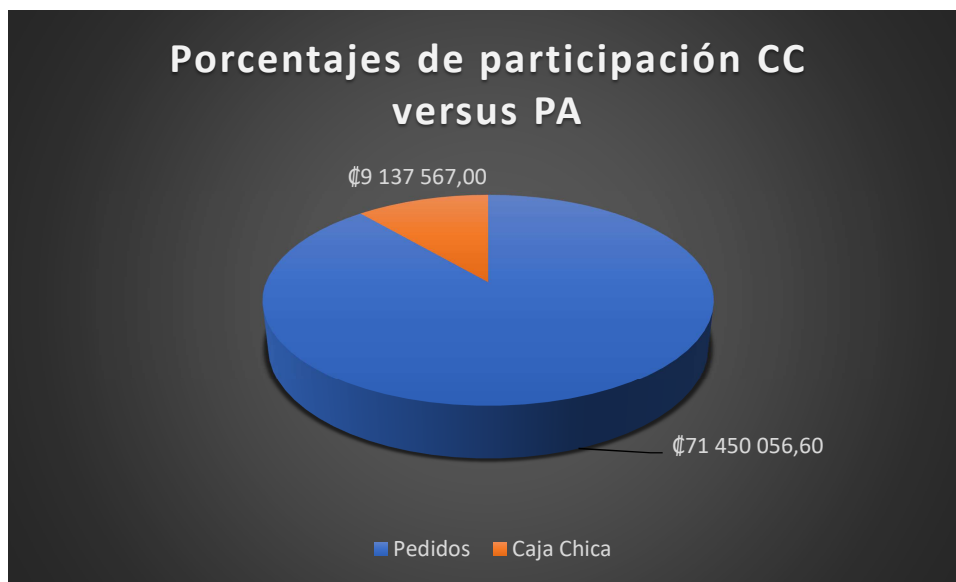
Pedidos	₡ 71.450.056,60
Caja Chica	₡ 9.137.567,00
₡	80.587.623,60

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, el porcentaje de participación para la cantidad de ingresos por pedidos corresponde a un 89% y un 11% por ciento para las compras realizadas por caja chica.

Este monto va a ser utilizado como parámetro de comparación, con las cantidades pronosticadas mediante la herramienta calculadora de pronósticos.

Ilustración 35. Porcentaje de participación de pedidos y cajas chicas.



Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Monto en Colones por pronósticos realizados mediante el uso de la herramienta calculadora

Mediante la simulación realizada para pronosticar las cantidades que se hubieran adquirido durante todo el año 2018 y los tres primeros meses del año 2019; se obtienen los resultados que se muestran a continuación.

Los mismos se indican en colones y representan el monto presupuestario que hubiera solicitado el técnico de suministros encargado de este grupo de artículos.

Tabla 59. Cálculo de pronósticos estimados con Herramienta Calculadora

Cálculo mediante Herramienta Calculadora de Pronósticos

Pronóstico realizado para el periodo entre 01 Enero 2018 el 31 de Marzo 2019

Código	Descripción	Monto en colones
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	₡ 1.762.800,00
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	₡ 785.295,89
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	₡ 3.854.680,63
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	₡ 690.962,00
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	₡ 1.032.329,70
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 39	₡ 2.288.217,25
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 40	₡ 3.261.870,49
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 41	₡ 4.183.112,15
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 42	₡ 10.836.182,79
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 43	₡ 10.801.576,85
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 44	₡ 2.011.271,53
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	₡ 10.559.030,67
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	₡ 466.945,28
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	₡ 602.387,01
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	₡ 791.172,50
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	₡ 358.676,13
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	₡ 187.947,42
5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43	₡ 281.726,62
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	₡ 367.588,13

Total ₡ 55.123.773,04

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que para los materiales que se delimitaron, el tipo de pronóstico que más se adaptó en la simulación es el Winter, el cual luego de la interpretación y análisis de los gráficos generados en la herramienta calculadora fue utilizado en 11 oportunidades.

5.3.3 Demanda real en el periodo delimitado

Con el fin de establecer un parámetro de comparación entre el método actual de pronóstico, el resultado de la herramienta calculadora y la demanda real se procedió a recolectar los datos referentes a la demanda real del periodo en estudio, de los materiales delimitados, con lo cual se podrá dejar en evidencia los resultados positivos obtenidos:

Tabla 60 Desglose de la demanda real entre Enero 2018 - Marzo 2019

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MONTO
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	¢2.247.719,15
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	¢1.059.382,32
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	¢3.535.510,02
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	¢567.448,35
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	¢1.911.857,66
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 39	¢1.735.497,98
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 40	¢4.166.886,11
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 41	¢5.884.836,18
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 42	¢8.782.142,00
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 43	¢6.971.323,64
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE, TALLA 44	¢3.388.611,36
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	¢645.140,89
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	¢1.563.600,49
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	¢1.861.986,58
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	¢1.657.677,33
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	¢922.329,07
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	¢560.404,82
5149	BOTA CONTRA MORDERURA SERPIENTE TALLA 43	¢945.956,49
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	¢653.776,73
		¢49.062.087,17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61. Demanda real de Enero 2018 a Marzo 2019

DEMANDA REAL	Total en Colones
Periodo de consumo del 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	¢ 49.062.087,17

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis de la tabla anterior se puede determinar que el consumo real se encuentra por debajo de los pronósticos realizados lo cual se traduce en costos innecesarios para RECOPE.

5.4 RESULTADOS GENERALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA CALCULADORA

Una vez que se comparan los resultados obtenidos se procede a cuantificar los resultados mediante la siguiente tabla:

Tabla 62. Comparación pronósticos método actual versus demanda real

COMPARACIÓN PRONÓSTICO METODO ACTUAL VERSUS DEMANDA REAL

Monto de pedidos del 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 71.450.056,60
Monto de Caja Chica del 01 de Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 9.137.567,00
Total general para el periodo	₡ 80.587.623,60
Demanda real entre 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 49.062.087,17
Total general para el periodo	
Diferencia	₡ 31.525.536,43
Porcentaje de diferencia	39,12%

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de diferencia determinado, indica que con el tipo de pronóstico de la demanda y los métodos actuales que utilizan los técnicos de suministros, se dio como resultado que el aprovisionamiento estuviera por encima de lo real en un 39,12%, lo cual indica que se compró en exceso la cantidad de ₡31.525.536,43 millones de colones.

Lo anterior es muy significativo para los resultados de este proyecto, ya que estos montos se refieren únicamente a los materiales de la familia delimitada.

Tabla 63. Comparación Herramienta Calculadora vs demanda real

COMPARACIÓN HERRAMIENTA CALC. VS DEMANDA REAL

Monto de pedidos 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019, según herramienta calculadora de pronósticos	₡ 55.401.311,60
Total general para el periodo	₡ 55.401.311,60
Demanda real entre 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 49.062.087,17
Total general para el periodo	
Diferencia	₡ 6.339.224,43
Porcentaje de diferencia	11,44%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, en la cual se simuló la cantidad a presupuestar para los meses del año 2018 y los tres primeros meses del año 2019 mediante el uso de la Herramienta Calculadora de Pronóstico, se evidencia una mejora significativa en el aprovisionamiento para los materiales de esta familia, en el cual el porcentaje de diferencia está por encima de la demanda real en un 11,44%, o que es lo mismo que indicar un monto de 6.339.224,43 millones de Colones.

Sin embargo, esta diferencia se determina como parte del stock de seguridad que calcula la herramienta, y que es necesario para el modelo de pronósticos con que se maneja el almacén de materiales.

Los pronósticos realizados por los técnicos de suministros en comparación con la demanda real indican que se sobreestimó la demanda, lo cual no justificaría el 11% correspondiente a las compras por caja chica.

Sin embargo, la utilización de este método de compra se presenta constantemente debido a que los pedidos de materiales se realizan, pero considerando materiales que no tienen una salida importante o representativa dentro de la demanda real de artículos, esto ocasiona el desabastecimiento de materiales que, si son críticos para los distintos procesos, por lo que cuando se presenta una necesidad de estos y no hay en existencia, se tienen que salir a comprar por caja chica.

Realizando una comparación entre el método actual y los pronósticos hechos mediante la simulación con la herramienta calculadora para el periodo de tiempo mencionado anteriormente, se puede observar que se obtiene una diferencia a favor de ₡25.186.312,00 monto el cual no se hubiera solicitado dentro del presupuesto para el año 2018 y los tres primeros meses correspondientes al 2019.

Lo señalado se puede observar con mejor detalle en la siguiente tabla:

Tabla 64. Comparación herramienta calculadora vs método actual

COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO ACTUAL Y LA HERRAMIENTA CALCULADORA

Monto de pedidos 01 Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 71.450.056,60
Monto por caja chica entre el 01 de Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 9.137.567,00
Total general para el periodo	₡ 80.587.623,60
Pronóstico realizado por medio de la Herramienta Calculadora para el periodo del 01 de Enero 2018 al 31 de Marzo 2019	₡ 55.401.311,60
Total general para el periodo	
Diferencia	₡ 25.186.312,00
Porcentaje de diferencia	31,25%

Fuente: Elaboración propia

5.4.1 Diagrama de flujo luego de la implementación de la mejora.

En esta parte se puede observar como el proceso de planificación de necesidades que realiza el Área de Programación y Control se optimiza ya que se da el cambio de las actividades que se realizaban en el proceso anterior (explicado en la sección 4.2.1 Mapeo o diagrama de flujo).

Dentro de las mejoras más relevantes es la facilidad con que se da el análisis de las demandas y la determinación de las cantidades a solicitar, debido a que la herramienta de pronóstico brinda ya los estimados de materiales a solicitar.

Además de lo anterior, se eliminan las actividades de análisis empírico o por intuición por parte de los técnicos de suministros ya que la información resultante tiene una base científica para el cálculo de cada uno de los métodos de pronósticos y cuenta con datos reales suministrados por el ERP para establecer un comportamiento histórico del comportamiento de la demanda.

En la siguiente figura se observa la mejora en el tipo de actividades que realizan los técnicos, en donde además como resultado del uso de la herramienta se da un aumento en la eficiencia con que los técnicos realizan el cálculo de los aprovisionamientos ya que el tiempo empleado se disminuye y aumenta el control que estos tienen sobre el proceso de planificación.

Ilustración 36. Diagrama de flujo específico del Área de Programación y Control



Fuente: Elaboración propia.

5.5 ANALISIS COSTO – BENEFICIO DEL PROYECTO

Al ser un proyecto realizado en la empresa estatal RECOPE S.A., lugar donde labora el gestor de este, y al dirigir el enfoque en el proceso directo donde trabaja el estudiante, los costos de la implementación son bajos, ya que la herramienta de cálculo nueva para la planeación de la demanda se desarrolló en Excel y RECOPE cuenta con las licencias pertinentes para la utilización de la misma.

Es importante señalar que tal y como se definió en el capítulo 1, una de las principales limitantes del proyecto consistió en que para la implementación de las propuestas no se podía incurrir en ningún tipo de costo.

Esto debido a que, por el tipo de organización, el presupuesto disponible de cada año se asigna para las diferentes líneas presupuestarias y en caso de requerir dinero para proyectos específicos, la solicitud debe hacerse al menos dos meses antes de iniciar el periodo (noviembre- diciembre). Se hace hincapié en que el presente proyecto fue iniciado en febrero del 2019.

Por esta razón, el análisis monetario resultante al validar las propuestas está relacionado con la reducción de inventarios lograda al aumentar la precisión de los pronósticos.

Además, al hacer más eficiente los modelos de inventario, también se obtienen beneficios por concepto de compras de urgencia, así como la reducción de los costos operativos que estas incluyen.

Cabe destacar que las diferencias monetarias por costo de inventario y de compras por caja chica se refieren a la cantidad de presupuesto que no será necesario asignar según el modelo propuesto y no hacen referencia a un ahorro como tal.

Sin embargo, la reducción en los costos operativos de compras por caja chica sí implica un ahorro ya que representan costos asociados con la planificación deficiente, al adquirir productos por métodos de urgencia.

Todos los cálculos se realizaron con base en los datos obtenidos con la simulación de los códigos delimitados, los cuales fueron comparados con los costos reales de ese mismo periodo, en los que se muestra como resultado final una diferencia de asignación del 11.44% aplicando la Herramienta Calculadora de Pronósticos.

El respaldo con el que contó estudiante de ingeniería Industrial por parte de la Administración de Almacenes le permitió el uso de sus conocimientos en sus labores dentro del puesto en el que se desempeña, esto en beneficio del equipo de trabajo y de la empresa.

Los costos asociados con la creación de la Herramienta Calculadora son los siguientes:

Tabla 65. Cuadro de comparación pronósticos realizados

	<i>Costo de la implementación de la Herramienta Calculadora</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo por hora</i>	<i>Horas Hombre</i>	<i>Total</i>
1	Técnico Profesional	1	₡ 6.875,00	38	₡ 261.250,00
2	Técnico de Suministros	8	₡ 61.979,17	64	₡ 3.966.666,88
3	Utilización de la sala de capacitación	0	₡ -	0	₡ -
4	Profesional 2	1	₡ 14.880,00	11	₡ 163.680,00
5	Jefe de Departamento	1	₡ 21.875,00	8	₡ 175.000,00
<i>Monto total en Colones</i>					₡ 4.227.916,88

Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Evaluación financiera del proyecto

Se realiza la evaluación financiera correspondiente a la propuesta que se plantea, el fin de este punto es lograr el análisis para establecer el retorno de la inversión realizada, la recuperación y demás criterios aplicables al análisis financiero de esta investigación.

5.5.2 Flujo de efectivo proyectado

Se realizó un flujo de efectivo proyectado en el cual se puede observar el monto de inversión, el cual genera que los beneficios esperados consistan en la no asignación de un monto determinado de recursos del presupuesto planificado anualmente, los cuales se pueden emplear para otras funciones sustantivas de almacén.

Tabla 66. Flujo de efectivo proyectado.

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO							
Concepto	Meses						
	0	1	2	3	4	5	6
Inversion Inicial	- 4.000.000,00						
Salida de Inventario		600.000.000,00	600.000.000,00	600.000.000,00	600.000.000,00	600.000.000,00	600.000.000,00
Inventario en stock		77.890.560,00	87.548.000,00	87.548.000,00	87.548.000,00	87.548.000,00	87.548.000,00
Ahorro de Inventario		25.186.312,00	25.186.312,00	25.186.312,00	25.186.312,00	25.186.312,00	25.186.312,00
Total Inventario		703.076.872,00	712.734.312,00	712.734.312,00	712.734.312,00	712.734.312,00	712.734.312,00
Compras de Inventario		- 700.000.000,00	-700.000.000,00	-700.000.000,00	-700.000.000,00	-700.000.000,00	-700.000.000,00
Flujo neto		3.076.872,00	12.734.312,00	12.734.312,00	12.734.312,00	12.734.312,00	12.734.312,00
Flujo acumulado		- 923.128,00	11.811.184,00	24.545.496,00	37.279.808,00	50.014.120,00	62.748.432,00

Fuente: Elaboración propia.

5.5.3 Criterios de viabilidad económica

Como resultado del flujo de efectivo realizado se logra determinar o evaluar la viabilidad del proyecto por medio de tres medidas de valor económicas: VAN (valor actual neto); TIR (tasa interna de retorno) y ROI (Return on investment), teniendo una tasa mínima aceptable de retorno de un 10%.

Ilustración 37. Medidas de valor económicas

VAN	₡112.920.161,37
TIR	14%
ROI	2

Fuente: Elaboración propia.

Con el análisis realizado se obtiene que el valor del proyecto en un lapso de seis meses es de ₡112.920.161,37 esto debido principalmente al nivel de recuperación.

Se obtiene una TIR de 14% lo que indica que cada mes se está recuperando ese porcentaje de la inversión realizada inicialmente.

Luego de esto, se procedió a realizar el cálculo del ROI, el cual no es una tasa o porcentaje sino un periodo de recuperación el cual indica en qué momento del flujo acumulado inicia de manera positiva lo cual para este proyecto inicia en el segundo mes.

Con base en todo lo anterior, se logra determinar que el proyecto es viable financieramente, generando un beneficio neto de ₡25.186.312,00 colones para el periodo en el que se efectuó la simulación del aprovisionamiento y para el grupo de materiales determinado el proyecto

6 CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES

6.1 Conclusiones generales

Con base en los resultados arrojados en el proyecto desarrollado en el Almacén de Suministros, Plantel El Alto de Ochomogo, se puede concluir que se cumplieron con los siguientes puntos:

- Mediante la implementación de la Herramienta Calculadora se logra mejorar el proceso de pedido de materiales o aprovisionamiento, junto con esto, los funcionarios involucrados aportaron su experiencia para enriquecer las propuestas de diseño y realizar algunas correcciones y aportes en puntos que así lo requerían.
- La inversión requerida para concretar la implementación de la propuesta es relativamente mente baja si se compara con los resultados obtenidos
- La mayor inversión que se debe realizar es en capacitaciones y éstas están contempladas dentro del plan de trabajo de este proyecto. Además, no es necesaria la adquisición de equipo o modificaciones en la infraestructura por lo que la adecuada implementación del proyecto depende mayoritariamente de la disposición de la dirección y del personal.
- Para evidenciar los beneficios reales que proporcionará este proyecto, se necesita de tiempo para que se establezca la curva de aprendizaje que requieren algunos procesos como el abastecimiento y el de planificación de necesidades.
- El resultado final obtenido con este proyecto cumple con el objetivo general establecido al inicio. Pues, la inclusión de buenas prácticas en las diferentes áreas logísticas favorece la organización del departamento. Esto, en conjunto con el diseño de la herramienta proporcionada, permitirá mejorar la calidad del servicio brindado, al disminuir los faltantes en productos críticos, así como las compras por caja chica.
- El fin de establecer la metodología D.M.A.I.C. en este proyecto, busca que después de la conclusión de este, se genere un proceso continuo que

institución y mejoren su desempeño en todas las áreas, principalmente en la atención de los usuarios.

- La baja resistencia al cambio que presenta la dependencia de Administración de Almacenes de RECOPE radica en la adecuada comunicación de los cambios entre la dirección y el personal. Los funcionarios comprenden que su labor en la institución es importante y que en los cambios que se vayan a implantarse no pondrán en peligro sus empleos, sino que constituyen herramientas que facilitan su labor y mejoran el servicio para los usuarios.

Con base en el estudio realizado y mediante la puesta en práctica de cada una de las acciones de mejora que se lograron determinar durante el proyecto, se logrará ver un repunte positivo en los indicadores del almacén de materiales.

6.2 Recomendaciones

Con el fin de seguir obteniendo los resultados esperados en este proyecto, es de vital importancia que se realicen revisiones y reuniones periódicas con los integrantes del Área de Control y Programación, ya es que esto garantiza la toma de decisiones correctas en el momento que por alguna razón los indicadores establecidos presenten un dato no conforme a lo esperado.

La jefatura del almacén de materiales debe comunicar al equipo de trabajo, el cual se compone de los técnicos de suministros el resultado de los indicadores en sus reuniones mensuales, para con esto reflejar el estado de las propuestas realizadas y el control respectivo.

El proceso de planificación de necesidades es un proceso muy volátil y con alta variabilidad por lo que es indispensable que la comunicación entre los equipos involucrados sea asertiva y así los usuarios del almacén puedan ser parte de un servicio de calidad por parte del equipo de logística.

La revisión constante de los puntos de control es una labor crítica para lograr sostenimiento de los logros alcanzados en este proyecto y asegurar que los beneficios económicos se mantengan a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. S. (2015). Administración de almacenes y control de inventarios. En J. S. Acosta, Administración de almacenes y control de inventarios (pág. 68). eumed .
- Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la Cadena de Aproveccionamiento. Ciudad de México: Pearson Education.
- Correa, F. (2009). Administración.
- Dirección de Planificación de RECOPE. (2014). Manual de Organización. Obtenido de <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2015/01/Manual-de-Organizaci%C3%B3n-October-20141.pdf>
- Flamarique, S. (2017). Gestión de operaciones de almacenaje . Barcelona: Marge Books.
- Gelves, D. A. (2011). Conceptos de Administración . En D. A. Gelves, Conceptos de Administración . Buenos Aires, Argentina : Ediciones Haber .
- Gestiopolis. (16 de Febrero de 2019). Obtenido de ampus.uam.ac.cr/App/home.aspx#!/80
- González, J. J. (2007). Estudio de la ciencia de la administración . México .
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2009). Control estadístico de calidad y Seis Sigma. México: Mc Graw Hill.
- HAY, E. J. (19 de Setiembre de 2014). <https://miguelbravo1justoatiempo.wordpress.com>. Obtenido de <https://miguelbravo1justoatiempo.wordpress.com/2014/09/19/justo-a-tiempo-edward-j-hay/>
- Hernández, Z. T. (2014). Teoría General de la administración. México: Grupo Editorial Patria.
- Jones, G. R. (2010). Administración contemporánea (6a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Lurner, C. C. (2013). Metodología de diseño de almacenes .
- Palma, J. (2009). Manual de procedimiento. En J. Palma, Manual de procedimiento (pág. 4). El Cid Editor .
- Pelayo, C. M. (2009). Las principales teorías administrativas y sus principales enfoques .
- Perdiguero, J. M. (2017). Diseño y organización del almacén. España: IC Editorial, 2017.
- RECOPE. (02 de Febrero de 2019). <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/poliducto>.
- RECOPE. (s.f.). <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/historia/>.
- Robbins, S. P. (2018). Administración. México: Pearson.
- Ucha, F. (Noviembre de 2011). Definición ABC. Obtenido de www.definicionabc.com/economia/inventario.php
- UNAM. (s.f.). <http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/disenoinfo/6/1.htm>.

Vergara, G. (2009). ¿Qué es un Sistema de Gestión? Obtenido de <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>

Wirtz, L. &. (2009). Marketing de Servicios, personal, tecnología y estrategia. Mexico: Pearson.

Zapatero, Á. A. (2011). Manual Gestión de Almacén. En Á. A. Zapatero, Manual Gestión de Almacén (pág. 11). Madrid: Editorial CEP, S.L., 2011.

Lovelock, C., & Wirtz, J. (2009). Marketing de Servicios, personal, tecnología y estrategia. México: Pearson.

Anaya, J. (2011). Logística integral: La gestión operativa de la empresa. Madrid: ESIC Editorial.

Villalta, Humberto. (2014) Logística y cadena de abastecimiento: Pronósticos. Presentado en Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos.

Gutiérrez, H. (2010). Calidad total y productividad. México, DF: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Acosta, J. S. (2015). Administración de almacenes y control de inventarios. En J. S. Acosta, Administración de almacenes y control de inventarios (pág. 68). eumed .

Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la Cadena de Aprovisionamiento. Ciudad de México: Pearson Education.

Correa, F. (2009). Administración.

Dirección de Planificación de RECOPE. (2014). Manual de Organización. Obtenido de <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2015/01/Manual-de-Organizaci%C3%B3n-Octubre-20141.pdf>

Flamarique, S. (2017). Gestión de operaciones de almacenaje . Barcelona: Marge Books.

Gelves, D. A. (2011). Conceptos de Administración . En D. A. Gelves, Conceptos de Administración . Buenos Aires, Argentina : Ediciones Haber .

Gestiopolis. (16 de Febrero de 2019). Obtenido de ampus.uam.ac.cr/App/home.aspx#!/80

González, J. J. (2007). Estudio de la ciencia de la administración . México .

Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2009). Control estadístico de calidad y Seis Sigma. México: Mc Graw Hill.

HAY, E. J. (19 de Setiembre de 2014). <https://miguelbravo1justoatiempo.wordpress.com>. Obtenido de <https://miguelbravo1justoatiempo.wordpress.com/2014/09/19/justo-a-tiempo-edward-j-hay/>

Hernández, Z. T. (2014). Teoría General de la administración. México: Grupo Editorial Patria.

Jones, G. R. (2010). Administración contemporánea (6a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Lurner, C. C. (2013). Metodología de diseño de almacenes .

Palma, J. (2009). Manual de procedimiento. En J. Palma, Manual de procedimiento (pág. 4). El Cid

- Pelayo, C. M. (2009). Las principales teorías administrativas y sus principales enfoques .
- Perdigueru, J. M. (2017). Diseño y organización del almacén. España: IC Editorial, 2017.
- RECOPE. (02 de Febrero de 2019). <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/poliducto>.
- RECOPE. (s.f.). <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/historia/>.
- Robbins, S. P. (2018). Administración. México: Pearson.
- Ucha, F. (Noviembre de 2011). Definición ABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/inventario.php>
- UNAM. (s.f.). <http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/disenoinfo/6/1.htm>.
- Vergara, G. (2009). ¿Qué es un Sistema de Gestión? Obtenido de <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>
- Wirtz, L. &. (2009). Marketing de Servicios, personal, tecnología y estrategia. Mexico: Pearson.
- Zapatero, Á. A. (2011). Manual Gestión de Almacén. En Á. A. Zapatero, Manual Gestión de Almacén (pág. 11). Madrid: Editorial CEP, S.L., 2011.
- Santander Mercado, A., Amaya Leal, J., & Viloría Núñez, C. (2014). Diseño de cadena de suministros resilientes (Vol. Primera edición). Barranquilla [Colombia]: Universidad del Norte
- Ucha, F. (Noviembre de 2011). Definición ABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/inventario.php>
- Gitman, L. J. (2007). Principios de Administración financiera (Decimoprimer ed.). México: PEARSON Educación.
- FIOM, S. G. (2012): Effective and efficient use of safety or buffer stock. Operations Management, 5, 27-31.
- Felizzola Jiménez, H., & Amaya, C. L. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería, 22(2), 263–277.
- Bersbach, P. (2009, Octubre 27). The first step of DMAIC – Define. Recuperado el 20 de Febrero del 2012 de <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-step-of-dmaic-%E2%80%93-define/>
- Brue, G., (2002). Six Sigma for Managers. McGraw-Hill.
- García, L. A. (2012). Indicadores de la Gestión de Logística . Bogotá: Ecoe Ediciones
- Tarquin, A. (2012). Ingeniería Económica. 7a ed. México: Mc Graw Hill
- Meza Orozco, J. de J. (2010). Evaluación financiera de proyectos (Vol. 2. ed). Bogotá

APÉNDICES

Apéndice A área de resguardo de uniformes (pág.96).



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice A vista panorámica del área del área de equipo de protección personal (pág.96)



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B base de datos para cálculo de índices de rotación por familias (pág.97)

Base de datos para cálculo de índices de rotación por familia, año 2018									
Material		Descripción	De fecha	A fecha	Valor inicia	Valor final	Mon.	Total	Inv. Prom
1	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	2.325,54	8.914,57	CRC	11.240,11	5620,055
2	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	7.335,96	36.679,80	CRC	44.015,76	22007,88
3	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	36.679,80	29.343,84	CRC	66.023,64	33011,82
4	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	12.475,20	44.702,80	CRC	57.178,00	28589
5	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	109.368,18	0	CRC	109.368,18	54684,09
6	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	88.212,32	0	CRC	88.212,32	44106,16
7	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	19.328,69	2.625,44	CRC	21.954,13	10977,065
8	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	20.983,94	30.423,50	CRC	51.407,44	25703,72
9	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
10	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	140.324,27	3.508,11	CRC	143.832,38	71916,19
11	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	198.702,87	65.092,32	CRC	263.795,19	131897,595
12	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	167.349,61	71.212,60	CRC	238.562,21	119281,105
13	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	197.790,56	9.419,67	CRC	207.210,23	103605,115
14	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	71.131,68	38.301,69	CRC	109.433,37	54716,685
15	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	23.657,45	19.420,18	CRC	43.077,63	21538,815
16	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	11.318,08	9.401,60	CRC	20.719,68	10359,84
17	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	53.128,41	46.290,78	CRC	99.419,19	49709,595
18	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	18.927,43	15.547,53	CRC	34.474,96	17237,48
19	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	11.461,07	11.461,07	CRC	22.922,14	11461,07
21	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	53.067,74	29.566,27	CRC	82.634,01	41317,005
22	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	130.981,06	129.211,04	CRC	260.192,10	130096,05
23	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	379.687,94	259.238,84	CRC	638.926,78	319463,39
24	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	39.635,70	39.635,70	CRC	79.271,40	39635,7
26	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	32.245,09	15.403,22	CRC	47.648,31	23824,155
27	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	87.923,43	72.139,92	CRC	160.063,35	80031,675
28	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	145.754,18	128.426,76	CRC	274.180,94	137090,47
29	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	114.214,37	93.705,42	CRC	207.919,79	103959,895
30	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	11.679,68	23.359,36	CRC	35.039,04	17519,52
31	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	5.199,13	6.770,96	CRC	11.970,09	5985,045
32	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	36.597,31	44.232,72	CRC	80.830,03	40415,015
33	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	219.800,00	84.623,00	CRC	304.423,00	152211,5
34	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	346.465,00	112.015,00	CRC	458.480,00	229240
35	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	15.863,00	7.658,00	CRC	23.521,00	11760,5
36	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	52.020,00	21.114,00	CRC	73.134,00	36567
39	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	177.873,30	0	CRC	177.873,30	88936,65
40	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	30.798,15	6.427,44	CRC	37.225,59	18612,795
41	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	201.723,08	166.809,47	CRC	368.532,55	184266,275
44	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	231,23	0	CRC	231,23	115,615

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B base de datos para cálculo de índices de rotación por familias (bád.97)

46	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	17.952,00	25.432,00	CRC	43.384,00	21692
47	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	66.271,98	52.629,84	CRC	118.901,82	59450,91
48	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	40.209,92	24.878,08	CRC	65.088,00	32544
49	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	42.705,39	1.098,34	CRC	43.803,73	21901,865
50	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	20.513,58	26.784,60	CRC	47.298,18	23649,09
52	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	45.291,53	62.970,38	CRC	108.261,91	54130,955
53	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	60.561,22	73.674,87	CRC	134.236,09	67118,045
54	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	40.570,56	49.249,86	CRC	89.820,42	44910,21
55	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	25.153,72	36.544,20	CRC	61.697,92	30848,96
56	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	39.934,20	19.967,10	CRC	59.901,30	29950,55
57	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	11.036,21	17.656,98	CRC	28.693,19	14346,595
58	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	61.286,68	37.714,88	CRC	99.001,56	49500,78
59	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	267.471,00	260.691,00	CRC	528.162,00	264081
60	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	48.053,25	32.035,50	CRC	80.088,75	40044,375
61	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	257.802,33	260.871,79	CRC	518.674,12	259337,06
62	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	25.560,60	0	CRC	25.560,60	12780,3
63	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	10.136,10	47.301,80	CRC	57.437,90	28718,95
64	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	17.428,80	17.428,80	CRC	34.857,60	17428,8
65	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	4.472,00	5.934,00	CRC	10.406,00	5203
66	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	2.100,00	2.100,00	CRC	4.200,00	2100
67	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
68	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	980	0	CRC	980,00	490
69	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	11.550,00	7.050,00	CRC	18.600,00	9300
70	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	2.104,10	2.104,10	CRC	4.208,20	2104,1
71	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	9.211,14	11.483,75	CRC	20.694,89	10347,445
72	3099	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
76	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	40.039,45	33.780,16	CRC	73.819,61	36909,805
77	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	37.105,75	28.425,54	CRC	65.531,29	32765,645
78	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	168.405,70	97.778,95	CRC	266.184,65	138092,325
79	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	16.006,51	28.095,05	CRC	44.101,56	22050,78
80	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	150.283,01	44.357,71	CRC	194.640,72	97320,36
81	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	134.392,49	11.422,91	CRC	145.815,40	72907,7
82	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	623,1	1.084,80	CRC	1.707,90	859,95
83	3001	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	1.762,80	CRC	1.762,80	881,4
96	3004	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	3.007.553,76	2.034.813,60	CRC	5.042.367,36	2521183,68
97	3004	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	167.655,53	73.666,82	CRC	241.322,35	120661,175
99	3099	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
101	3099	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
103	3099	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
105	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
108	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	89.447,56	68.658,80	CRC	158.106,36	79053,18
109	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	427.275,60	427.275,60	CRC	854.551,20	427275,6
111	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	92.524,40	20.487,98	CRC	113.012,38	56506,19
112	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	4.657,76	830,55	CRC	5.488,31	2744,155
113	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
118	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
120	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
121	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
122	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	15.277,60	8.048,39	CRC	23.325,99	11662,995
123	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
124	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	187.071,50	31.696,50	CRC	218.768,00	109384
125	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	321.372,00	321.372,00	CRC	642.744,00	321372
126	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	65.314,82	0	CRC	65.314,82	32657,41
127	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	229.107,50	0	CRC	229.107,50	114553,75
128	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
129	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
132	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	111.815,76	39.269,76	CRC	151.085,52	75542,76
133	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
136	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
146	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	2.686.709,43	883.785,99	CRC	3.570.495,42	1785247,71
148	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
149	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
150	3005	PRODUCTOS DE PAPEL, CARTON, IMPRESOS, ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA, CÓMPUTO	01.01.2018	31.12.2018	172.325,00	174.885,63	CRC	347.210,63	173605,315

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B base de datos para cálculo de índices de rotación por familias (pág.97)

197	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	10.224,56	CRC	10.224,56	5112,28
198	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	11.763,74	11.079,54	CRC	22.843,28	11421,64
199	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	25.737,74	4.373,33	CRC	30.111,07	15055,535
200	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
203	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	7.220,40	11.191,63	CRC	18.412,03	9206,015
204	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
206	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
207	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
208	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	7.288,59	CRC	7.288,59	3644,295
209	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	46.612,50	281.087,50	CRC	327.700,00	163850
210	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	168.292,74	498.634,94	CRC	666.927,68	333463,84
211	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	521.824,09	CRC	521.824,09	260912,045
212	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	533.523,18	328.484,56	CRC	862.007,74	431003,87
213	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	240.758,14	141.850,40	CRC	382.608,54	191304,27
214	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
215	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
216	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	10.516,05	10.516,05	CRC	21.032,10	10516,05
217	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	11.288,34	11.288,34	CRC	22.576,68	11288,34
218	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	198.315,00	198.315,00	CRC	396.630,00	198315
219	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	6.205,38	6.205,38	CRC	12.410,76	6205,38
220	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	32.961,70	32.961,70	CRC	65.923,40	32961,7
221	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	39.616,22	54.153,52	CRC	93.769,74	46884,87
222	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	2.672,00	68.251,38	CRC	70.923,38	35461,69
225	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	97.380,26	CRC	97.380,26	48690,13
226	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	291.879,00	291.879,00	CRC	583.758,00	291879
227	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	349.848,00	349.848,00	CRC	699.696,00	349848
229	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	5.352,10	5.352,10	CRC	10.704,20	5352,1
230	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	26.410,08	26.410,08	CRC	52.820,16	26410,08
231	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	63,9	63,9	CRC	127,80	63,9
232	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	22.404,82	39.564,69	CRC	61.969,51	30984,755
233	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	100.005,00	0	CRC	100.005,00	50002,5
234	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	11.857,57	161.949,34	CRC	173.806,91	86903,455
236	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	184.371,48	CRC	184.371,48	92185,74
237	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
238	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	78.500,03	0	CRC	78.500,03	39250,015
239	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	285.686,00	285.686,00	CRC	571.372,00	285686
240	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	112.712,00	70.445,00	CRC	183.157,00	91578,5
241	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	21.775,10	0	CRC	21.775,10	10887,55
242	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	127.729,23	CRC	127.729,23	63864,615
243	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	129.021,32	CRC	129.021,32	64510,66
245	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	67.434,29	67.434,29	CRC	134.868,58	67434,29
246	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	309.566,60	283.032,32	CRC	592.598,92	296299,46
247	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	10.909,36	7.589,12	CRC	18.498,48	9249,24
248	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	23.035,95	16.454,25	CRC	39.490,20	19745,1
249	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	83.573,39	83.573,39	CRC	167.146,78	83573,39
250	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	86.739,75	86.739,75	CRC	173.479,50	86739,75
251	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	162.800,00	162.800,00	CRC	325.600,00	162800
254	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	3.974,31	3.974,31	CRC	7.948,62	3974,31
255	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	1.200,00	1.200,00	CRC	2.400,00	1200
258	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
259	22003	EQUIPOS ELECTRÓNICOS	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
260	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	217.117,55	630.203,14	CRC	847.320,69	423660,345
261	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	278.259,15	220.970,50	CRC	499.229,65	249614,825
262	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	814.250,89	356.030,90	CRC	1.170.281,79	585140,895
263	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	1.154.189,14	695.715,42	CRC	1.849.904,56	924952,28
264	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	836.691,85	1.007.918,27	CRC	1.844.610,12	922305,06
265	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	647.645,48	598.075,32	CRC	1.245.720,80	622860,4
266	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	416.520,49	342.472,41	CRC	758.992,90	379496,45
267	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	398.008,47	370.240,44	CRC	768.248,91	384124,455
268	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	0	270.123,33	CRC	270.123,33	135061,665
269	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
274	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
277	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
280	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	0	0	CRC	0,00	0
282	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	38.758,17	38.758,17	CRC	77.516,34	38758,17
283	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	6.726,80	6.726,80	CRC	13.453,60	6726,8
284	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	103.500,80	103.500,80	CRC	207.001,60	103500,8
285	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	819.702,00	661.050,00	CRC	1.480.752,00	740376
286	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	1.295.658,00	1.203.942,32	CRC	2.499.600,32	1249800,16
287	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	1.489.566,00	2.551.091,11	CRC	4.040.657,11	2020328,555
288	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	555.446,88	2.208.515,65	CRC	2.763.962,53	1381981,265
289	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	1.762.800,00	1.491.889,54	CRC	3.254.689,54	1627344,77
290	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	427.140,00	488.920,48	CRC	916.060,48	458030,24
291	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	274.590,00	0	CRC	274.590,00	137295
292	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	40.079,06	0	CRC	40.079,06	20039,53
293	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	116.713,98	183.410,53	CRC	300.124,51	150062,255
294	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	263.929,75	222.890,73	CRC	486.820,48	243310,24
295	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	550.487,93	745.275,96	CRC	1.295.763,89	647881,945
296	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	296.416,57	1.575.242,37	CRC	1.871.658,94	935829,47
297	17001	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y UNIFORMES	01.01.2018	31.12.2018	550.487,92	1.355.037,97	CRC	1.905.525,89	952762,945

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice C traslado al almacén de materiales en Moín.

CANTIDAD DE TRASLADOS AL ALMACÉN DE MATERIALES EN MOÍN				
Material	Descripción	UMB	Cantidad	Importe ML
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	UN	322	2.898.171,76
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	UN	123	1.279.164,86
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	UN	20	2.417.762,28
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	UN	30	370.197,67
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	UN	42	718.787,75
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	PAA	26	949.794,31
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	PAA	58	2.059.313,99
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	PAA	66	2.444.879,01
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	PAA	80	3.017.909,70
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	PAA	94	3.511.810,23
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	PAA	51	1.906.704,64
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	PAA	8	303.952,17
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	PAA	22	852.831,22
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	PAA	16	569.829,22
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	PAA	25	967.419,49
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	PAA	11	449.620,24
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	PAA	1	93.261,65
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	PAA	1	92.778,43

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice D base de datos para diagrama Pareto en materiales delimitados. (pág. 102).

Material	Texto breve de material	Grupo art	UMR	Precio	Frecuencia	Frecuencia Acumulac	Clasificación
388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	17.003	UN	129.715,54	3,56%	3,56%	A
5144	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 40	17.002	PAA	100.172,98	2,75%	6,31%	A
5147	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 41	17.002	PAA	100.172,98	2,75%	9,06%	A
5150	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 44	17.002	PAA	100.172,98	2,75%	11,81%	A
352	BOTA CONTRA MORDEDURA DE SERPIENTE	17.002	PAA	100.172,97	2,75%	14,56%	A
5142	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 39	17.002	PAA	100.172,97	2,75%	17,31%	A
5149	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALLA 43	17.002	PAA	100.172,97	2,75%	20,06%	A
5256	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 46	17.002	PAA	100.172,97	2,75%	22,81%	A
5148	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 42	17.002	PAA	96.333,22	2,64%	25,46%	A
5151	BOTA CONTRA MORDEDURA SERPIENTE TALL 45	17.002	PAA	93.615,82	2,57%	28,03%	A
4873	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 41	17.002	PAA	51.019,50	1,40%	29,43%	A
4874	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 42	17.002	PAA	51.019,50	1,40%	30,83%	A
5152	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 39	17.002	PAA	43.092,13	1,18%	32,01%	A
4984	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR	17.002	PAA	42.544,50	1,17%	33,18%	A
5154	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 41	17.002	PAA	42.544,50	1,17%	34,35%	A
5158	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 45	17.002	PAA	42.544,50	1,17%	35,51%	A
5159	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 46	17.002	PAA	42.544,50	1,17%	36,68%	A
5153	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 40	17.002	PAA	42.544,49	1,17%	37,85%	A
5157	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 44	17.002	PAA	42.544,49	1,17%	39,02%	A
5155	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 42	17.002	PAA	40.857,03	1,12%	40,14%	A
4755	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 45	17.002	PAA	39.198,63	1,08%	41,22%	A
4756	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 46	17.002	PAA	39.110,28	1,07%	42,29%	A
4862	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 34	17.002	PAA	39.046,02	1,07%	43,36%	A
4748	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 38	17.002	PAA	38.685,90	1,06%	44,42%	A
4754	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 44	17.002	PAA	38.583,39	1,06%	45,48%	A
4752	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 42	17.002	PAA	38.509,82	1,06%	46,54%	A
4753	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 43	17.002	PAA	38.431,10	1,06%	47,60%	A
4750	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 40	17.002	PAA	38.429,58	1,06%	48,65%	A
4751	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 41	17.002	PAA	38.429,58	1,06%	49,71%	A
4749	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 39	17.002	PAA	38.399,80	1,05%	50,76%	A
4866	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 35	17.002	PAA	37.735,22	1,04%	51,80%	A
5156	BOTA DE CUERO PARA SOLDADOR TALLA 43	17.002	PAA	32.419,70	0,89%	52,69%	A
4871	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 39	17.002	PAA	32.103,30	0,88%	53,57%	A
4872	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 40	17.002	PAA	32.103,30	0,88%	54,45%	A
4757	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE,TALLA 47	17.002	PAA	31.675,48	0,87%	55,32%	A
4870	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 38	17.002	PAA	31.071,00	0,85%	56,17%	A
5163	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 41	17.002	PAA	30.552,14	0,84%	57,01%	A
369	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO.	17.002	PAA	30.510,00	0,84%	57,85%	A
5161	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 39	17.002	PAA	30.510,00	0,84%	58,69%	A
5168	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 45	17.002	PAA	30.510,00	0,84%	59,52%	A
5165	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 42	17.002	PAA	30.492,07	0,84%	60,36%	A
5166	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 43	17.002	PAA	30.448,10	0,84%	61,20%	A
5162	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 40	17.002	PAA	30.378,55	0,83%	62,03%	A
5167	ZAPATO DE SEGURIDAD DIELECTRICO TALLA 44	17.002	PAA	30.378,55	0,83%	62,86%	A
4867	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 36	17.002	PAA	29.870,43	0,82%	63,68%	A
4869	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA MUJER TALLA 37	17.002	PAA	29.870,43	0,82%	64,50%	A
4747	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE TALLA 37	17.002	PAA	23.634,87	0,65%	65,15%	A
4746	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA HOMBRE TALLA 36	17.002	PAA	19.972,01	0,55%	65,70%	A
390	MASCARA P/ SOLDADOR CON VISOR LEVANTABLE	17.003	UN	18.555,07	0,51%	66,21%	A
418	PROTECTOR AUDITIVO P/ADAPTAR A CASCO	17.003	UN	17.882,38	0,49%	66,70%	A

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice D base de datos para diagrama Pareto en materiales delimitados. (pág. 102).

418	PROTECTOR AUDITIVO P/ADAPTAR A CASCO	17.003	UN	₺	17.882,38	0,49%	66,70%	A
4550	MASCARILLA FACIAL SILICON 3M SERIE7500	17.003	UN	₺	17.850,28	0,49%	67,19%	A
4907	ARNES CUERPO COMPLETO SEGURIDAD PERSONAL	17.003	UN	₺	17.849,48	0,49%	67,68%	A
415	MANGA CON PECHERA DE CUERO P/ SOLDADOR	17.003	PAA	₺	16.888,39	0,46%	68,14%	A
293	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA ESPECIAL	17.001	UN	₺	16.673,68	0,46%	68,60%	A
4988	GUANTE ANTIMPACTO Y VIBRACIONES TALLA M	17.003	PAA	₺	15.256,60	0,42%	69,02%	A
268	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI T ESPECIAL	17.001	UN	₺	15.006,85	0,41%	69,43%	A
351	PANTALON P/ HOMBRE OPERAT TALLA ESPECIAL	17.001	UN	₺	14.878,82	0,41%	69,84%	A
5012	GUANTE P/CORTE PUNCION ABRASIÓN TALLA L	17.003	PAA	₺	14.428,06	0,40%	70,24%	A
4993	GUANTE P/CORTE PUNCION ABRASIÓN TALLA M	17.003	PAA	₺	14.428,05	0,40%	70,63%	A
4989	GUANTE ANTIMPACTO Y VIBRACIONES TALLA L	17.003	PAA	₺	13.986,44	0,38%	71,02%	A
4990	GUANTE ANTIMPACTO Y VIBRACIONES TALLA XL	17.003	PAA	₺	13.986,44	0,38%	71,40%	A
5013	GUANTE P/CORTE PUNCION ABRASIÓN TALLA XL	17.003	PAA	₺	13.490,00	0,37%	71,77%	A
326	PANTALON PMUJER OPERATIVO TAL ESPECIAL	17.001	UN	₺	12.893,09	0,35%	72,13%	A
4908	LINEA DE VIDA P/ARNES DE SEGURIDAD C/ABS	17.003	UN	₺	12.618,93	0,35%	72,47%	A
419	PROTECTOR AUDITIVO (OREJERAS)	17.003	UN	₺	12.331,21	0,34%	72,81%	A
5014	GUANTE PARA PROPÓSITO GENERAL TALLA M	17.003	PAA	₺	11.439,00	0,31%	73,13%	A
5015	GUANTE PARA PROPÓSITO GENERAL TALLA L	17.003	PAA	₺	11.121,68	0,31%	73,43%	A
412	GUANTE PARA MATERIAL CALIENTE	17.003	PAA	₺	10.894,47	0,30%	73,73%	A
379	CAPA CHAQUETA Y PANTALON TALL XXL #44-46	17.003	JG	₺	10.848,00	0,30%	74,03%	A
377	CAPA CHAQUETA Y PANTALON TALLA M # 38-40	17.003	JG	₺	10.735,04	0,29%	74,32%	A
399	CAPUCHA EN ALGODON PARA SOLDADOR	17.003	UN	₺	10.731,85	0,29%	74,62%	A
290	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXL"	17.001	UN	₺	10.676,74	0,29%	74,91%	A
5016	GUANTE PARA PROPÓSITO GENERAL TALLA XL	17.003	PAA	₺	10.487,03	0,29%	75,20%	A
291	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXXL"	17.001	UN	₺	10.170,00	0,28%	75,48%	A
292	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XXXXL"	17.001	UN	₺	10.170,00	0,28%	75,76%	A
5183	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA XS	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	76,03%	A
5185	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA S	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	76,30%	A
5186	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA M	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	76,57%	A
5187	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA L	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	76,84%	A
5188	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA XL	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	77,11%	A
5189	GABACHA ARMY OPERATIVA TALLA XXL	17.001	UN	₺	9.868,98	0,27%	77,38%	A
289	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XL"	17.001	UN	₺	9.815,06	0,27%	77,65%	A
339	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 39	17.001	UN	₺	9.767,92	0,27%	77,92%	A
344	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 44	17.001	UN	₺	9.747,71	0,27%	78,19%	A
345	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 45	17.001	UN	₺	9.747,71	0,27%	78,45%	A
346	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 46	17.001	UN	₺	9.747,71	0,27%	78,72%	A
347	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 47	17.001	UN	₺	9.747,71	0,27%	78,99%	A
348	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 48	17.001	UN	₺	9.747,71	0,27%	79,26%	A
343	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 43	17.001	UN	₺	9.745,47	0,27%	79,53%	A
376	CAPA CHAQUETA Y PANTALON TALLA S # 36	17.003	JG	₺	9.718,00	0,27%	79,79%	A
378	CAPA CHAQUETA Y PANTALON TALLA L # 41-43	17.003	JG	₺	9.717,98	0,27%	80,06%	B
260	GABACHA ARMY PARA PERSONAL OPERATIVO	17.001	UN	₺	9.695,43	0,27%	80,32%	B
4632	CAMISA AZUL REY MANGA LARGA TALLA XXL	17.001	UN	₺	9.595,49	0,26%	80,59%	B
288	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "L"	17.001	UN	₺	9.575,86	0,26%	80,85%	B
335	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 35	17.001	UN	₺	9.524,54	0,26%	81,11%	B
287	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "M"	17.001	UN	₺	9.505,31	0,26%	81,37%	B
299	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR XXL	17.001	UN	₺	9.447,96	0,26%	81,63%	B
286	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "S"	17.001	UN	₺	9.377,60	0,26%	81,89%	B
266	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA XXL	17.001	UN	₺	9.256,01	0,25%	82,14%	B
267	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA XXXL	17.001	UN	₺	9.256,01	0,25%	82,40%	B
342	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 42	17.001	UN	₺	8.979,11	0,25%	82,65%	B
332	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 32	17.001	UN	₺	8.896,50	0,24%	82,89%	B
334	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 34	17.001	UN	₺	8.858,15	0,24%	83,13%	B
285	CAMISA CAQUI MANGA LARGA TALLA "XS"	17.001	UN	₺	8.814,00	0,24%	83,37%	B

Fuente: Elaboración propia.

392	ANTEOJOS DE LENTE COLOR VERDE 20/20	17.003	UN	₡	8.737,76	0,24%	83,61%	B
336	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 36	17.001	UN	₡	8.719,98	0,24%	83,85%	B
262	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA S	17.001	UN	₡	8.683,68	0,24%	84,09%	B
337	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 37	17.001	UN	₡	8.651,23	0,24%	84,33%	B
4629	CAMISA AZUL REY M MANGA LARGA P/GUARDA	17.001	UN	₡	8.638,77	0,24%	84,57%	B
4630	CAMISA AZUL REY L MANGA LARGA P/GUARDA	17.001	UN	₡	8.638,77	0,24%	84,80%	B
4628	CAMISA AZUL REY S MANGA LARGA P/GUARDA	17.001	UN	₡	8.638,76	0,24%	85,04%	B
4631	CAMISA AZUL REY XL MANGA LARGA P/GUARDA	17.001	UN	₡	8.638,76	0,24%	85,28%	B
328	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 28	17.001	UN	₡	8.629,77	0,24%	85,52%	B
340	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 40	17.001	UN	₡	8.629,77	0,24%	85,75%	B
333	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 33	17.001	UN	₡	8.629,76	0,24%	85,99%	B
314	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 18	17.001	UN	₡	8.593,50	0,24%	86,23%	B
315	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 20	17.001	UN	₡	8.593,50	0,24%	86,46%	B
4633	CAMISA AZUL REY MANGA LARGA TALLA XXXL	17.001	UN	₡	8.506,54	0,23%	86,69%	B
295	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR S	17.001	UN	₡	8.469,05	0,23%	86,93%	B
296	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR M	17.001	UN	₡	8.469,04	0,23%	87,16%	B
297	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR L	17.001	UN	₡	8.468,99	0,23%	87,39%	B
298	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR XL	17.001	UN	₡	8.466,89	0,23%	87,62%	B
338	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 38	17.001	UN	₡	8.421,93	0,23%	87,86%	B
329	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 29	17.001	UN	₡	8.401,16	0,23%	88,09%	B
330	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 30	17.001	UN	₡	8.401,15	0,23%	88,32%	B
331	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 31	17.001	UN	₡	8.401,15	0,23%	88,55%	B
341	PANTALON P/ HOMBRE OPERATIVO TALLA 41	17.001	UN	₡	8.401,13	0,23%	88,78%	B
300	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR XXXL	17.001	UN	₡	8.393,45	0,23%	89,01%	B
384	CAPA DE UNA PIEZA TALLA XXL (#44-46)	17.003	UN	₡	8.335,70	0,23%	89,24%	B
5101	ANTEOJO OSCURO C/ ANTIEMPAÑANTE Y ANTIRA	17.003	UN	₡	8.258,87	0,23%	89,46%	B
294	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR XS	17.001	UN	₡	8.247,80	0,23%	89,69%	B
264	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA L	17.001	UN	₡	8.194,46	0,22%	89,92%	B
265	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA XL	17.001	UN	₡	8.192,81	0,22%	90,14%	B
263	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA M	17.001	UN	₡	8.184,89	0,22%	90,37%	B
261	BLUSA ARMY MANGA LARGA CAQUI TALLA XS	17.001	UN	₡	8.184,09	0,22%	90,59%	B
391	PARAGUAS GRANDE N # 16 TELA AZUL NYLON	17.003	UN	₡	8.148,67	0,22%	90,81%	B
301	CAMISA AZUL MANGA LARGA SOLDADOR XXXL	17.001	UN	₡	8.140,78	0,22%	91,04%	B
394	ANTEOJO CLARO PROTECCION LATERALES	17.003	UN	₡	8.121,85	0,22%	91,26%	B
380	CAPA DE UNA PIEZA TALLA S (#36)	17.003	UN	₡	8.112,09	0,22%	91,48%	B
382	CAPA DE UNA PIEZA TALLA M (# 38-40)	17.003	UN	₡	7.819,73	0,21%	91,70%	B
311	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 14	17.001	UN	₡	7.652,93	0,21%	91,91%	B
383	CAPA DE UNA PIEZA TALLA L (#41-43)	17.003	UN	₡	7.571,00	0,21%	92,12%	B
401	DELANTAL DE CUERO PRIMERA CALIDAD SOLDAD	17.003	UN	₡	7.333,81	0,20%	92,32%	B
322	PANTALON P MUJER OPERATIVO TALLA 33	17.001	UN	₡	7.328,38	0,20%	92,52%	B
310	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 13	17.001	UN	₡	7.235,72	0,20%	92,72%	B
306	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 09	17.001	UN	₡	7.195,18	0,20%	92,91%	B
308	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 11	17.001	UN	₡	7.175,41	0,20%	93,11%	B
307	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 10	17.001	UN	₡	7.167,01	0,20%	93,31%	B
304	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 06	17.001	UN	₡	7.162,20	0,20%	93,50%	B
305	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 08	17.001	UN	₡	7.162,20	0,20%	93,70%	B
312	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 16	17.001	UN	₡	7.162,20	0,20%	93,90%	B
313	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 17	17.001	UN	₡	7.162,20	0,20%	94,09%	B
309	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 12	17.001	UN	₡	7.148,93	0,20%	94,29%	B
319	PANTALON P MUJER OPERATIVO TALLA 30	17.001	UN	₡	7.087,74	0,19%	94,49%	B
303	PANTALON P MUJER ARMY OPERATIVO TALLA 04	17.001	UN	₡	7.036,34	0,19%	94,68%	B
320	PANTALON P MUJER OPERATIVO TALLA 31	17.001	UN	₡	7.003,03	0,19%	94,87%	B

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice D base de datos para diagrama Pareto en materiales delimitados. (pág. 102).

411	GUANTE CUERO ACOLCHADOS L P/SOLDADOR	17.003	PAA	₺	6.996,67	0,19%	95,06%	C
4927	CHALECO SEGURIDAD REFLECTIVO TALLA XXL	17.003	UN	₺	6.979,10	0,19%	95,25%	C
4709	CHALECO SEGURIDAD REFLECTIVO TALLA XL	17.003	UN	₺	6.976,77	0,19%	95,45%	C
386	CHALECO SEGURIDAD REFLECTIVO TALLA M	17.003	UN	₺	6.976,53	0,19%	95,64%	C
4707	CHALECO SEGURIDAD REFLECTIVO TALLA L	17.003	UN	₺	6.976,23	0,19%	95,83%	C
316	PANTALON P MUJER OPERATIVO TALLA 27	17.001	UN	₺	6.879,69	0,19%	96,02%	C
400	MONOGAFA PLASTICA TRANSPARENTE PROTECCIO	17.003	UN	₺	6.523,01	0,18%	96,20%	C
417	CABEZAL P/PANTALLA PROTECCION CORTES Y E	17.003	UN	₺	6.481,95	0,18%	96,37%	C
354	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #39	17.002	PAA	₺	6.215,38	0,17%	96,55%	C
353	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #38	17.002	PAA	₺	6.215,00	0,17%	96,72%	C
357	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #42	17.002	PAA	₺	6.215,00	0,17%	96,89%	C
358	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #43	17.002	PAA	₺	6.215,00	0,17%	97,06%	C
359	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #44	17.002	PAA	₺	6.215,00	0,17%	97,23%	C
355	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #40	17.002	PAA	₺	6.214,40	0,17%	97,40%	C
356	BOTA PVC CANA ALTA TALLA #41	17.002	PAA	₺	6.214,20	0,17%	97,57%	C
5093	CASCO PLASTICO PROTECTOR CAFE	17.003	UN	₺	6.136,93	0,17%	97,74%	C
4552	CARTUCHO 6001 MASCARILLA 3M(1 PAR-1 UND)	17.003	UN	₺	5.752,87	0,16%	97,90%	C
389	MASCARI. FACIAL 3M MOD.6200 (AGOT Y EXCL	17.003	UN	₺	5.461,62	0,15%	98,05%	C
5091	CASCO PLASTICO PROTECTOR ROJO	17.003	UN	₺	5.335,45	0,15%	98,19%	C
4576	CASCO PLASTICO PROTECTOR BLANCO	17.003	UN	₺	5.288,65	0,15%	98,34%	C
4610	CASCO PLASTICO PROTECTOR VERDE	17.003	UN	₺	5.265,30	0,14%	98,48%	C
5090	CASCO PLASTICO PROTECTOR ANARANJADO	17.003	UN	₺	4.147,47	0,11%	98,60%	C
5088	CASCO PLASTICO PROTECTOR CELESTE	17.003	UN	₺	4.144,24	0,11%	98,71%	C
385	CASCO PLASTICO PROTECTOR AMARILLO	17.003	UN	₺	4.143,87	0,11%	98,82%	C
393	GAFA PROTECTORA P/CORTAR/SOLDAR C/OXIACE	17.003	UN	₺	3.700,37	0,10%	98,92%	C
430	PROTECTOR 2.25GR P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	3.335,70	0,09%	99,02%	C
420	PANTALLA P/CABEZALPROTECTOR P/ ESMERILAR	17.003	UN	₺	3.012,68	0,08%	99,10%	C
427	VIDRIO AUMENTO GR2 P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	2.749,97	0,08%	99,17%	C
414	GUANTE P/HIDROCARBUROS PVC NITRILO L 14"	17.003	PAA	₺	2.746,04	0,08%	99,25%	C
431	PROTECTOR 2.50GR P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	2.532,29	0,07%	99,32%	C
4971	GUANTE CORTO CUERO DE CABRITO	17.003	PAA	₺	2.486,05	0,07%	99,39%	C
406	GUANTE DE NITRILO LARGO 482MM TALLA 9(L)	17.003	PAA	₺	2.260,00	0,06%	99,45%	C
5111	GUANTE TEJIDO IMPREGNACION NITRILO #8	17.003	PAA	₺	2.203,50	0,06%	99,51%	C
5112	GUANTE TEJIDO IMPREGNACION NITRILO #9	17.003	PAA	₺	2.203,50	0,06%	99,57%	C
5113	GUANTE TEJIDO IMPREGNACION NITRILO #10	17.003	PAA	₺	2.203,50	0,06%	99,63%	C
422	SUSPENSION PARA MASCARA DE SOLDADOR	17.003	UN	₺	1.801,50	0,05%	99,68%	C
398	CAPUCHA EN NYLON CONTRA EL FRIO	17.003	UN	₺	1.648,00	0,05%	99,73%	C
410	GUANTE CUERO CORTO DE 228,6mm(9pulg)	17.003	PAA	₺	1.553,71	0,04%	99,77%	C
408	GUANTE NEOPRENO 14" L	17.003	PAA	₺	1.503,39	0,04%	99,81%	C
4554	RETENEDOR 501 MASCARILLA 3M	17.003	UN	₺	861,88	0,02%	99,83%	C
4705	SUSPENSION P/CASCO PLASTICO PROTECK	17.003	UN	₺	848,63	0,02%	99,86%	C
4434	RESPIRADOR LIBRE DE MANTENIMIENTO PLEGAB	17.003	UN	₺	756,43	0,02%	99,88%	C
416	MASCARILLA DESCHABLE P/POLVO	17.003	UN	₺	755,18	0,02%	99,90%	C
4553	PREFILTRO 5P71 MASC. 3M SERIE7500	17.003	UN	₺	750,54	0,02%	99,92%	C
5102	VIDRIO RECTANGULAR OSCURO GR5 P/OXIACETI	17.003	UN	₺	550,61	0,02%	99,93%	C
423	TAPON PROTECTOR DE OIDOS (CONTRA RUIDO)	17.003	UN	₺	453,12	0,01%	99,95%	C
375	SUJETADOR CASCO SEGURIDAD(BARBIQUEJO)	17.003	UN	₺	446,35	0,01%	99,96%	C
426	LENTE PROTECTOR P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	264,13	0,01%	99,97%	C
405	GUANTE DESECHABLE P/LABORATORIO TALLA M	17.003	PAA	₺	240,00	0,01%	99,97%	C
4878	GUANTE DESECHABLE P/LABORATORIO TALLA L	17.003	PAA	₺	239,74	0,01%	99,98%	C
432	VIDRIO OSCURO GR9 P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	144,25	0,00%	99,98%	C
435	VIDRIO OSCURO GR12 P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	130,29	0,00%	99,99%	C
433	VIDRIO OSCURO GR10 P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	122,14	0,00%	99,99%	C
434	VIDRIO OSCURO GR11 P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	121,34	0,00%	99,99%	C
2748	VIDRIO 08 REDONDO OSCURO P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	89,18	0,00%	100,00%	C
428	VIDRIO REDONDO OSCURO GR5 P/OXIACETILENO	17.003	UN	₺	76,00	0,00%	100,00%	C
2746	VIDRIO 05 REDONDO OSCURO P/MASCARA SOLDAR	17.003	UN	₺	75,91	0,00%	100,00%	C
404	GUANTE PARA BOMBERO	17.003	PAA	₺	-	0,00%	100,00%	C

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1 hoja de cálculo en Google Drive para el control de compras por caja chica

Estatus de Reservas 2019										
CENTRO	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	RESERVA (6 anotar "EB" si fuera el caso de existencias bajas)	FECHA DE LA RESERVA	SOLICITANTE y medio para consultarlo(ext. telefonica, correo, radio, etc.)	ESTADO	TEC. SUMINISTRO	OBSERVACIONES TÉCNICO (FAVOR INDICAR LA FECHA DE LA OBSERVACIÓN INDICADA Y CUANDO VIENE EL CAMION)
6000	4552	CARTUCHO 6001 MASCARILLA 3M(1 PAR-1 UND)	10	UN	215409	14/06/2019	Ricardo Agui	EN TRAMITE	STEPHANIE PINNOCK	Material fue adquirido de ESOSA ingresará el viernes 20 de junio 2019
6000	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	1	UN	215409	14/06/2019	Jorge Rodríguez Brenes - Cuadrilla Siquirres	EN TRAMITE	STEPHANIE PINNOCK	EN TRÁMITE SOLPE 2019000010, si al usuario le urge pueden realizar la compra, de acuerdo al reglamento de caja chica.
6000	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	1	UN	215409	14/06/2019	Arnold McDonald Binns - Cuadrilla Siquirres.	EN TRAMITE	STEPHANIE PINNOCK	EN TRÁMITE SOLPE 2019000010, si al usuario le urge pueden realizar la compra, de acuerdo al reglamento de caja chica.
6000	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	1	UN	215409	14/06/2019	Marco Vinicio Ureña Cordero - Cuadrilla Turrialba	EN TRAMITE	STEPHANIE PINNOCK	EN TRÁMITE SOLPE 2019000010, si al usuario le urge pueden realizar la compra, de acuerdo al reglamento de caja chica.
6000	388	MASCARILLA REUTILIZABLE DOBLE FILTRO CC	1	UN	215409	14/06/2019	Douglas Acevedo Gayle - Cuadrilla Siquirres	EN TRAMITE	STEPHANIE PINNOCK	EN TRÁMITE SOLPE 2019000010, si al usuario le urge pueden realizar la compra, de acuerdo al reglamento de caja chica.

Anexo 2 salario para cada unos de los puestos involucrados en el proyecto.

		 Menú				 Petroweb		 Chat		 Contraloría de Servicios		 Contáctenos	
P3000	PROFESIONAL 1 A							521,875.00				2,979.00	
P3001	PROFESIONAL 1 B							613,362.00				11,754.00	
P3002	PROFESIONAL 2							695,097.00				13,339.00	
T1281	TÉCNICO DE SUMINISTROS							430,149.00				8,199.00	
T1284	TÉCNICO PROFESIONAL							465,759.00				8,890.00	
E1140	JEFE DE DEPARTAMENTO							831,135.00				15,979.00	