UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mejora de gestión de inventarios para el almacén de materiales
del área de fabricación y servicio técnico de una empresa metalmecánica

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Sánchez Aliaga, Jhoan Raúl (0000-0002-7233-024X)

ASESOR

Chávez Soriano, Pedro Alberto (0000-0003-2708-442X)

Lima, 17 de febrero de 2020

DEDICATORIA

A mis padres y familiares que me apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Rosa Salas Castro, por su asesoramiento en la elaboración de la presente tesis.

A mi madre Elvia Aliaga Patiño y a mi padre Alejandro Arlindo Sánchez Ríos, por su apoyo incondicional en todo el proyecto.

Al Gerente General de la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C., por abrirme las puertas y brindarme los datos necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

La presente tesis se realizó en una empresa metalmecánica que se dedica a la fabricación y servicio técnico de intercambiadores de calor para diferentes mercados de la industria peruana. En el desarrollo del presente proyecto, se identificó mediante herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama del árbol para ambas unidades de negocio de la empresa metalmecánica, como problema principal el bajo nivel de cumplimiento de entregas a tiempo de los intercambiadores de calor a sus clientes, tomando como prioridad, las causas que están generando este problema son las constantes rupturas de stock y error en los pronósticos. Por ello, se propone un plan de mejora en la gestión de inventario utilizando una clasificación ABC multicriterio de materiales del almacén en función a los criterios que se van a desarrollar en la presente tesis, además de definir un stock mínimo de materiales dentro del almacén y lote óptimo compra de los materiales directos. Por otro lado, para reducir el error de pronóstico, se realizó un análisis de demanda para la selección de los métodos de pronósticos cuantitativos que se ajustan a la empresa. Con su implementación se espera mejorar los indicadores logísticos de la empresa, reducir el tiempo de producción de la empresa y establecer un tiempo de entrega de los productos finales más competitivo en el mercado.

Palabras clave: Gestión de inventarios; ABC multicriterio; stock de seguridad; lote optimo; pronósticos.

Proposal to improve inventory management for the materials warehouse of the
manufacturing and technical service area of a metalworking company

ABSTRACT

This thesis was carried out in a metalworking company that is dedicated to the manufacture and technical service of heat exchangers for different markets of the Peruvian industry. In the development of this project, tools such as the Pareto diagram and the tree diagram for both business units of the metalworking company were identified as the main problem with the low level of fulfillment of timely deliveries of heat exchangers to their Customers, taking as a priority, the causes that are generating this problem are the constant stock breaks and forecast errors. Therefore, an improvement plan in inventory management is proposed using a multi-criteria ABC classification of warehouse materials based on the criteria that will be developed in this thesis, in addition to defining a minimum stock of materials within the warehouse and Optimal purchase lot of direct materials. On the other hand, to reduce the forecasting error, a demand analysis was performed for the selection of quantitative forecasting methods that fit the company. With its implementation, it is expected to improve the logistics indicators of the company, reduce the production time of the company and establish a delivery time for the most competitive end products in the market.

Keywords: Inventory management; ABC multi-criteria; security stock; optimal lot; forecasts.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 ENTORNO DE LA EMPRESA.....	2
1.2 MARCO CONCEPTUAL.....	3
1.2.1 Gestión de Cadena de suministro.....	3
1.2.2 Cadena de suministro.....	4
1.2.2.1 Sistemas de producción manufactura.....	4
1.2.2.2 Planificación de la cada de suministro.....	6
1.2.2.3 Lead time.....	7
1.2.2.4 Compras y aprovisionamiento.....	8
1.2.3 Logística.....	8
1.2.4 Gestión de inventario.....	9
1.2.4.1 Inventario.....	10
1.2.4.2 Tipos de inventario.....	11
1.2.4.3 Costos de inventario.....	12
1.2.4.4 Planificación de inventarios.....	13
1.2.4.4.1 Cantidad de orden económico.....	13
1.2.4.4.2 Vendor Managed Inventory.....	15
1.2.4.4.3 Indicadores de gestión de inventario.....	15
1.2.4.5 ABC Multicriterio.....	17
1.2.4.6 Stock de seguridad.....	20
1.2.4.7 Nivel de servicio.....	23
1.2.5 Gestión de almacén.....	24
1.2.5.1 Proceso de gestión de almacén.....	24
1.2.5.2 Tipos de almacenes.....	25
1.2.5.3 Indicadores de almacén y centros de distribución.....	27
1.2.5.4 Tecnología e información en almacenes.....	29
1.2.5.5 Costos en almacén.....	30
1.2.6 Gestión por proceso.....	31
1.2.6.1 Proceso.....	31
1.2.6.2 Mapa de Proceso.....	32

1.2.6.3	Procedimiento	34
1.2.7	Pronóstico	34
1.2.7.1	Elección de pronóstico.....	35
1.2.7.2	Modelos de pronósticos para series de tiempo	35
1.2.8	Herramientas para diagnostico	39
1.2.8.1	Diagrama de flujo de proceso.....	39
1.2.8.2	Análisis de causa raíz	40
1.2.8.3	Diagrama de Pareto	40
1.3	CASOS DE ÉXITO.	43
1.3.1	Primer caso	43
1.3.2	Segundo caso	45
1.3.3	Tercer caso.....	46
1.3.4	Cuarto caso	47
1.3.5	Quinto caso	50
1.4	MARCO LEGAL.....	52
1.4.1	LEY N° 29571	52
1.4.2	Decreto supremo N° 024-2016	53
1.4.3	Norma ISO 9001:2015	54
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL		55
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	55
2.2	SITUACIÓN ACTUAL	56
2.2.1	Nivel de ventas	58
2.2.2	Líneas de producto.....	59
2.2.3	Clientes	61
2.2.3.1	Clientes para fabricación	62
2.2.3.2	Clientes para servicio técnico.....	63
2.3	ANTECEDENTES DE FABRICACIÓN.....	65
2.4	PROBLEMA DEL ÁREA DE FABRICACIÓN	65
2.5	CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA DEL ÁREA DE FABRICACIÓN	68
2.6	ANTECEDENTES DEL ÁREA DE SERVICIO TÉCNICO.....	81
2.7	PROBLEMA EN EL ÁREA DE SERVICIO TÉCNICO	83
2.8	CAUSAS RAÍZ DEL PROBLEMA DE SERVICIO TÉCNICO.	86

2.9	IMPACTO ECONÓMICO.....	100
2.10	PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.	104
CAPÍTULO 3. DISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA.....		109
3.1	DISEÑO DE LA PROPUESTA.	111
3.2	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	112
3.2.1	ABC Multicriterio.	112
3.3.1	Elección de pronóstico.....	125
3.3.1	Stock de seguridad.....	131
3.3.1	Lote óptimo	137
3.3	POLÍTICAS DE INVENTARIO.	144
3.3.1	Política de inventario para el material tipo A.	144
3.3.2	Política de inventario para el material tipo B	145
3.3.3	Política de inventario para el material tipo C	145
3.4	CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	146
3.4.1	Limitaciones.	146
3.4.2	Capacitaciones.	147
3.4.3	Presupuesto.....	150
3.4.4	Indicadores.	150
3.4.5	Procedimientos.	155
3.4.6	Cronograma.	171
3.4.7	Comparación situación actual Vs Situación propuesta.....	172
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN.....		174
4.1	VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	174
4.1.1	Proceso a simular.....	174
4.1.2	Descripción del problema y propuestas de solución	175
4.1.3	Variables de la simulación.....	175
4.1.4	Modelo actual en el programa Arena.	190
4.1.5	Resultados del proceso propuesto.	199
4.2	VALIDACIÓN ECONÓMICA.	201
4.3	EVALUACIÓN DE OTROS IMPACTOS	203
4.4	EVALUACIÓN DE RIESGOS.	207
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		212

5.1	CONCLUSIONES	212
5.2	RECOMENDACIONES	213
6.	REFERENCIAS	215
7.	ANEXOS	222

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de inventarios.....	16
Tabla 2. Clasificación de consumo.....	18
Tabla 3 Modelos de inventario.	19
Tabla 4. Clasificación ABC multicriterio.....	19
Tabla 5. Política de inventarios.	20
Tabla 6.Símbolos utilizados en la construcción de flujogramas.	39
Tabla 7.Resultados clasificación ABC Multicriterio.....	48
Tabla 8.Clasificación ABC basada en los cuatro	49
Tabla 9.Mercados objetivos.....	55
Tabla 10.PBI por sector económico.	56
Tabla 11. Proveedores de Intercambiadores de calor.....	57
Tabla 12. Líneas de producto	59
Tabla 13. Clasificación para el área de fabricación por ingreso.....	60
Tabla 14. Ingresos por producto del área de fabricación.....	60
Tabla 15. Clasificación para el área de servicio técnico por ingreso	61
Tabla 16.Ingreso por producto del área de servicio técnico.....	61
Tabla 17.Total de clientes por unidad de negocio de la empresa.....	61
Tabla 18.Criterio de clasificación para la línea de fabricación de radiadores de agua.....	62
Tabla 19. Clientes externos para fabricación de radiadores de agua.....	62
Tabla 20.Criterio de clasificación para la línea de fabricación de radiadores de aceite.....	63
Tabla 21.Clientes externos de la fabricación de radiadores de aceite.	63
Tabla 22.Criterio de clasificación para la línea de servicio técnico de radiadores de agua.64	
Tabla 23.Clientes del servicio técnico del radiador de agua.	64
Tabla 24. Criterio de clasificación para la línea de servicio técnico de radiadores Mesabi.64	
Tabla 25. Clientes del servicio técnico del radiador Mesabi.....	64
Tabla 26. Tiempo real vs Tiempo estimado del proceso de fabricación.	65
Tabla 27.Solicitudes de fabricación de radiadores de agua.....	67
Tabla 28.Solicitudes de fabricación de radiadores de aceite.....	67
Tabla 29. Radiadores defectuosos de agua y aceite en el año 2017	69
Tabla 30. Cantidad de solicitud de materiales.....	70

Tabla 31. Proveedores del área de Fabricación de la empresa	71
Tabla 32. Registro y entrega de materiales.	72
Tabla 33. Tiempo promedio de espera de materiales en el área de fabricación.	75
Tabla 34. Horas de Mantenimiento bimestral de máquinas en el área de fabricación.	77
Tabla 35. Horas de Mantenimiento anuales de máquinas en el área de fabricación	78
Tabla 36. Reporte del mantenimiento de máquinas del área de fabricación del año 2017 .	78
Tabla 37. Clasificación del porcentaje de fallas en las máquinas del área fabricación	79
Tabla 38. Asistencia de trabajadores del área de fabricación.	80
Tabla 39. Solitudes del servicio técnico para el radiador de agua en el año 2017	84
Tabla 40. Solitudes del servicio técnico para el radiado Mesabi en el año 2017	85
Tabla 41. Porcentajes de entrega fuera de tiempo del área de servicio técnico	86
Tabla 42. Cantidad de solicitud de materiales.	88
Tabla 43. Proveedores del área Servicio Técnico de la empresa.	89
Tabla 44. Registro y entrega de materiales	91
Tabla 45. Tiempo promedio de espera de materiales en el área de fabricación.	94
Tabla 46. Programa de mantenimiento de máquinas en el área de servicio técnico.	96
Tabla 47. Reporte de mantenimiento de máquinas en el año 2017 - Área servicio técnico.	97
Tabla 48. Asistencia de trabajadores del área de servicio técnico.	98
Tabla 49. Pérdida de ingresos (en miles de soles)	100
Tabla 50. Porcentaje de Ventas Perdidas.	101
Tabla 51. Nivel de pérdidas de ventas	101
Tabla 52. Comparación de las ventas perdidas antes y después de la propuesta.	102
Tabla 53. Costo de horas extras.	102
Tabla 54. Porcentaje de impacto de costos variables	102
Tabla 55. Penalidad por retraso de entrega.	103
Tabla 56. Comparación de penalidad antes y después.	104
Tabla 57 Resumen identificación de: Causas-Herramienta de Ingeniería y Proceso.	110
Tabla 58. Diagrama de Gantt de aplicación de metodología.	111
Tabla 59 Criterios de clasificación para el método ABC multicriterio.	112
Tabla 60. Nivel de servicio, categoría A.	113
Tabla 61. Nivel de servicio, categoría B.	114
Tabla 62. Nivel de servicio, categoría C.	114
Tabla 63. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de fabricación.	116

Tabla 64. Materiales clasificados del área de fabricación.....	118
Tabla 65. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de servicio técnico. .	121
Tabla 66. Criterio del coeficiente de correlación	125
Tabla 67 Medidas de exactitud.....	126
Tabla 68. Coeficiente de correlación para el radiador de agua	127
Tabla 69. Medidas de exactitud para el radiador de agua.	127
Tabla 70. Coeficiente de correlación para el radiador de agua (servicio técnico).....	128
Tabla 71. Medidas de exactitud para el radiador de gua (servicio técnico)	129
Tabla 72 Coeficiente de correlación para el radiador Mesabi (servicio técnico).	130
Tabla 73 Medidas de exactitud para el radiador Mesabi.	130
Tabla 74. Stock de seguridad para la unidad de negocio de fabricación.....	134
Tabla 75. Stock de seguridad para la unidad de negocio de servicio técnico.....	136
Tabla 76. Cálculo de lote óptimo de compra para la unidad de negocio de fabricación...	139
Tabla 77. Cálculo de lote óptimo de compra para la unidad de negocio de servicio técnico	140
Tabla 78. Rango de puntos para realizar la evaluación de criterios en la clasificación de proveedores.....	142
Tabla 79. Proveedores de materiales exclusivos.	143
Tabla 80. Clasificación ABC de proveedores de materiales diversos.....	143
Tabla 81. Clasificación ABC de proveedores de pernos diversos.....	143
Tabla 82. Materiales del tipo A para el área de fabricación.....	144
Tabla 83. Materiales del tipo A para el área de Servicio Técnico.....	144
Tabla 84. Materiales del tipo B para el área de fabricación	145
Tabla 85. Materiales del tipo B para el área de Servicio Técnico.	145
Tabla 86. Materiales del tipo C para el área de fabricación	145
Tabla 87. Materiales del tipo C para el área de Servicio Técnico.....	146
Tabla 88 Ventajas y desventajas de contratar consultor externo.....	146
Tabla 89. Programa de temas a capacitar	149
Tabla 90. Inversión de la propuesta.....	150
Tabla 91. Inversión de la propuesta.....	150
Tabla 92. Inversión mantenimiento de almacén.....	150
Tabla 93. Indicadores a implementar	151
Tabla 94. Indicador de nivel de atención de requerimientos.....	152

Tabla 95.Cumplimiento de niveles de stock por ítem.	152
Tabla 96.cumplimiento de abastecimiento de pedidos.	153
Tabla 97.Nivel de calidad de atención del área logística.	153
Tabla 98.Nivel de asistencia a capacitaciones.....	154
Tabla 99.Nivel de participación en las capacitaciones.	154
Tabla 100. Cumplimiento de capacitaciones programadas.	155
Tabla 101.Cronograma de Implementación	171
Tabla 102.Comparativo Situación actual Vs Situación propuesta	172
Tabla 103.Órdenes de Trabajo Fabricación.....	177
Tabla 104 Órdenes de Trabajo Serv.Técnico	178
Tabla 105. Tiempo para las variables.....	178
Tabla 106.Tiempos de Atención en almacén.....	179
Tabla 107. Tiempos de fabricación y reparación	184
Tabla 108.Tiempos de Atención en almacén con la mejora.....	196
Tabla 109. Tiempo de frecuencia después de la mejora.....	198
Tabla 110. Resultados de los indicadores.....	201
Tabla 111. Porcentaje de escenarios.....	202
Tabla 112. Escenarios de evaluación.....	202
Tabla 113. Costo- Beneficio	203
Tabla 114. Evaluación financiera	203
Tabla 115. Criterios positivos.....	204
Tabla 116. Matriz de Impacto de las propuestas de mejora	206
Tabla 117 Riesgos de la empresa.	207
Tabla 118 Probabilidad de ocurrencia del riesgo.	208
Tabla 119 Impacto económico por riesgo.	209
Tabla 120 Principales afectados.	209
Tabla 121 Riesgos y acciones mitigantes.....	211

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector manufacturero	2
Figura 2. Cadena de Suministro.	4
Figura 3. Sistema de producción.	5
Figura 4. Matriz de planificación de la cadena de suministro.	6
Figura 5. Lead Time acumulado.....	7
Figura 6. Tipos de inventario según el criterio que se considere para su clasificación.....	11
Figura 7. Modelo EOQ	14
Figura 8. Stock de seguridad y sus causales.....	22
Figura 9. Proceso de gestión de almacén.....	25
Figura 10. TIC en la gestión de almacenes.....	30
Figura 11. Mapa de procesos.....	32
Figura 12. Diagrama del árbol.....	40
Figura 13. Modelo de éxito- empresa Myta.	43
Figura 14. Previsión de la demanda	44
Figura 15. Cambios de procesos.....	47
Figura 16. Ingresos del año 2015,2016 y 2017.	59
Figura 17. Proceso de Fabricación de intercambiadores de calor	63
Figura 18. Diagrama de operaciones de la fabricación de radiador de aceite	64
Figura 19. Problemas del área de fabricación.....	66
Figura 20. Radiador de agua.....	68
Figura 21. Radiador de aceite.....	68
Figura 22. Hoja de requerimiento de materiales.....	70
Figura 23. Cantidad de compras inmediatas.....	71
Figura 24. Cantidad de materiales solicitados y stock de materiales al día.	74
Figura 25. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador de aceite.	76
Figura 26. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador de agua.	76
Figura 27. Diagrama de árbol para el área de fabricación.....	80
Figura 28. Proceso del servicio técnico de la empresa.....	82
Figura 29. Problemas del área de servicio técnico.	83
Figura 30. Productos No conformes en el área de servicio técnico en el año 2017	87
Figura 31. Cantidad de compras inmediatas.....	89
Figura 32. Cantidad de materiales solicitados y stock de materiales al día.	93

Figura 33. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador de agua.	95
Figura 34. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador Mesabi.....	95
Figura 35. Diagrama del árbol para servicio técnico.....	99
Figura 36. Penalidades por incumplimiento de entrega de producto.....	103
Figura 37. Metodología de gestión de inventarios.	107
Figura 38. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de fabricación.	117
Figura 39. Distribución de materiales en el almacén de fabricación.....	118
Figura 40. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de servicio técnico..	122
Figura 41. Distribución de materiales dentro del almacén para el área de servicio técnico.	123
Figura 42. Análisis de tendencia del radiador de aceite.	126
Figura 43. Análisis de la tendencia para el radiador de agua.	128
Figura 44. Análisis de la tendencia del radiador de agua (servicio).....	129
Figura 45. Análisis de tendencia para el radiador Mesabi.....	131
Figura 46. Propuesta de gestión logística.	160
Figura 47. Flujograma para simulación.....	174
Figura 48. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 1	182
Figura 49. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 2	182
Figura 50. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 3	183
Figura 51. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 4	184
Figura 52. Tiempo de fabricación para productos TIPO 1	187
Figura 53. Tiempo de fabricación para productos TIPO 2	187
Figura 54. Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 3.....	188
Figura 55. Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 4.....	189
Figura 56. Modelo actual.....	193
Figura 57. Modelo de simulación con la mejora.	198

INTRODUCCION

La siguiente tesis es un proyecto de mejora realizado en una empresa metalmecánica de nombre, Radiadores Arnao Industrial S.A.C, que fabrica y prestar el servicio técnico para intercambiadores de calor, a raíz de la identificación del problema principal dentro la metalmecánica es el incumplimiento de entrega a tiempo de los productos solicitados o pedidos por el cliente, generando un impacto negativo dentro de la empresa. Por ello dentro de esta tesis el objetivo principal es cuantificar la mejora en la entrega a tiempo de los intercambiadores de calor a los clientes.

Para el desarrollo de la presente tesis se tomó métodos científicos y datos cuantitativos que permitan medir, evaluar y tomar de decisiones orientados a logros de objetivos. Se busca demostrar con la hipótesis que, la propuesta de mejora permite mejorar el cumplimiento de entregas a tiempo de los productos de la empresa metalmecánica, se espera mejorar tanto la parte operativa como el aspecto de competitividad en el mercado.

La siguiente investigación, comienza con el primer objetivo donde se buscará fuentes de información en revistas científicas, para elaboración del marco teórico del proyecto de mejora. Asimismo, el marco legal y/o normativo alineado al proyecto

El segundo objetivo, se identifica los factores que afectan negativamente al cumplimiento de entregas a tiempo hacia los clientes y el diagnóstico de la empresa.

El tercer objetivo, se busca cuantificar la mejora, identificando los tiempos de las actividades y el diseño de la propuesta de mejora describiendo sus componentes para su implementación. El cuarto objetivo, se realiza la validación en la empresa metalmecánica y la comparación costo beneficio

El quinto objetivo, se realiza las conclusiones luego de la validación, demostrando que la propuesta presentada es rentable para la empresa.

Es importante la implementación de la propuesta de mejora, con ello la empresa será más competitiva en costos, calidad y plazos de ejecución, generando mayor utilización.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.

1.1 Entorno de la empresa.

En los últimos años la economía peruana ha ido creciendo en todos sus sectores económicos, representado en el PBI en cada año. En el segundo trimestre de 2018 el valor agregado bruto de la actividad manufactura a precios constantes de 2007 registró un crecimiento de 10,8%. Entre las industrias que aumentaron sus niveles de producción figuraron la industria alimenticia (20,4%); fabricación de productos metálicos (17,6%); la industria de madera y muebles (10,3%) y la industria de papel, imprenta y reproducción de grabaciones (9,6%). La fabricación de productos metálicos creció en 17,6%, explicado principalmente por la mayor fabricación de transformadores y autotransformadores para el mercado interno. Asimismo, los productos metálicos para uso estructural se incrementaron en 30,0%, por una mayor fabricación de chapas, torres, castilletes, barras perfiles, tubos para construcción de hierro o acero, puertas, ventanas y marcos de aluminio para el mercado interno¹, como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Sector manufacturero

MANUFACTURA: VALOR AGREGADO BRUTO								
(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo período del año anterior)								
Valores a precios constantes de 2007								
Actividad	2017/2016				2018/2017			
	I Trim.	II Trim.	I sem.	4 últimos Trim. ^{1/}	I Trim.	II Trim.	I sem.	4 últimos Trim. ^{1/}
Manufactura	2,3	4,5	3,4	2,9	0,5	10,8	5,7	1,0
Industria alimenticia	8,1	21,0	14,6	11,1	2,3	20,4	11,9	1,1
Industria textil y del cuero	1,9	-0,4	0,8	-2,0	2,4	1,4	1,9	5,3
Industria de madera y muebles	-9,9	-7,8	-8,9	-2,9	-3,2	10,3	3,2	-15,1
Industria del papel, imprenta y reproducción de grabaciones	-6,9	-3,7	-5,5	-3,3	-1,8	9,6	3,3	-3,3
Industria química	8,2	2,4	5,3	4,0	-1,5	2,1	0,3	0,0
Fabricación de productos minerales no metálicos	-1,6	-0,6	-1,1	-1,5	1,2	5,5	3,4	1,6
Industrias metálicas básicas	-4,2	-2,5	-3,3	-0,7	-2,1	7,3	2,8	0,6
Fabricación de productos metálicos	-0,2	-0,3	-0,2	1,0	-0,3	17,6	9,4	5,5
Otras industrias manufactureras	10,9	8,0	9,4	6,2	7,0	9,2	8,1	4,0

1/ Últimos 4 trimestres respecto al mismo período del año anterior, ejemplo: III trim 2017 al II trim 2018/ III trim 2016 al II trim 2017.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

¹ Cfr. INEI (2018): https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_pbi-trimestral_-iitrim2018.pdf

En el Marco Macroeconómico Multianual 2019 – 2022, se estima que la pesca liderará la expansión sectorial este año con un avance de 29.3%, seguido por la construcción con un crecimiento de 8.5%. También se prevé que la manufactura primaria avanzará 8.2%. Se estima que la economía peruana crecerá 4.2% para el año 2019.²

El crecimiento de industrias manufactureras, hacen que las empresas pertenecientes a este sector incrementen sus actividades económicas y competencia dentro del mercado peruano. Asimismo, hoy en día las empresas industriales invierten más en la innovación, investigación y tecnología para cumplir sus objetivos.

Por otro lado, dentro de la empresa metalmecánica en estudio, espera que los próximos años, el crecimiento económico incremente cada trimestre y pueda invertir en mejorar sus procesos, con la finalidad incrementar su rentabilidad.

1.2 Marco conceptual.

1.2.1 Gestión de Cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro (SCM, por sus siglas en inglés) utiliza un conjunto de enfoques para integrar eficientemente a proveedores, fabricantes, distribuidores y minoristas, de manera que los productos se distribuyan en las cantidades correctas, en los lugares correctos y en el momento adecuado, satisfacer los requisitos de nivel de servicio. (Álvarez Rodríguez, Normey Rico, & Costa Flesch, 2017)

La mención que hace los autores Álvarez, Normey, Rico y Costa sobre la gestión de la cadena de suministro, menciona la integración desde la materia prima o insumos hasta la elaboración de un bien o un servicio, y finalmente como se entrega al cliente final como también afirman los siguientes autores.

“Supply Chain Management (SCM) es una estrategia que se utiliza para mejorar el desempeño interno de una o más organizaciones individuales, así como el desempeño colectivo de un sistema de cadena de suministro. También ayuda en la prestación de mejores servicios y productos de calidad a los clientes”. (K. Zahran, Y. Jaber, & Zanoni, 2016)

En ambas definiciones se muestra la importancia de integración de las organizaciones desde sus proveedores hasta el cliente final cumpliendo los pedidos solicitados.

² Cfr. Andina (2018): <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-crecera-4-2018-pesca-construccion-y-manufactura-primaria-723076.aspx>

1.2.2 Cadena de suministro

Se definió en el punto anterior que es la gestión de cadena de suministro, entrando en mayor profundidad dentro del tema se definirá que es cadena de suministro los siguientes autores mencionan. “La cadena de suministro es una secuencia de operaciones tales como adquisición, producción, logística y venta para el suministro de productos de proveedores a consumidores finales”. (Mori, Kobayashi, Samejima, & Komoda, 2017)

La definición de los autores Mori, Kobayashi, Samejima y Kamoda nos muestra que no se puede llegar a los consumidores finales sino se tiene los materiales adecuados, la venta y la entrega final. Los gerentes de cada empresa deben tener en cuenta la importancia de esta secuencia, asimismo los siguientes autores hacen una recomendación de cómo debería realizarse.

“La visibilidad de la cadena de suministro proporciona oportunidades para que los gerentes no sólo planifiquen eficientemente, sino que también reaccionen adecuadamente a la información correcta. En los últimos años, ha habido una mayor tendencia a utilizar los sistemas de TI (tecnología de información) para hacer inventario, el transporte y las decisiones de precios basados en una mayor visibilidad de la información”. (Ali, Babai, Boylan, & Syntetos, 2016)

Finalmente, la cadena de suministro es una secuencia de información de proveedores, clientes, distribuidores y comercializadores, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Cadena de Suministro.

Fuente: Bowersox, 2007

1.2.2.1 Sistemas de producción manufactura

La práctica de la gestión de la cadena de suministro ha reconocido cuatro tipos principales de sistemas de manufactura, como se observa en la Figura 3.

Figura 3. Sistema de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Engineering To Order –ETO:

ETO es un proceso único e irrepetible, en el que el cliente define prácticamente todas las características del producto (incluido su diseño más básico). Los proyectos no pueden ser "pre-iniciados", sino que tienen que esperar todas las instrucciones del cliente para ser producidos.

Make To Order –MTO:

MTO es un escenario que produce determinado artículo sólo bajo pedido. El artículo es total o parcialmente producido por la empresa (no sólo ensamblado). El diseño ya está hecho, y no se trata de una solución particular a un problema del cliente.

Assembly To Order –ATO:

Los productos que caen en esta categoría se caracterizan por estar previamente diseñados, y sus partes constitutivas construidas, pero no ensambladas (al menos no todas). Sólo es hasta que el cliente define las últimas características del producto, que el ensamble se lleva a cabo.

Make To Stock –MTS:

Como su nombre lo indica "Hecho para almacenar", los productos manufacturados bajo este esquema se caracterizan por que no se necesita una orden especial para fabricarse, y se producen en forma "bruta". La planeación de la producción MTS se basa en pronósticos de demanda, es decir, con base en el comportamiento histórico, se pronostica cual será la demanda de los siguientes períodos. La "Asertividad" del pronóstico de ventas adquiere una vital

importancia, pues cuanto mayor sea ésta, mayor será la probabilidad de satisfacer adecuadamente la demanda real, sin incurrir en faltantes ni en capital de trabajo ocioso por inventarios excesivos³.

1.2.2.2 Planificación de la cada de suministro

El control de las operaciones como por ejemplo la producción, la gestión de stocks, y el proceso de distribución a lo largo de la cadena de suministro son un aspecto clave en el SCM.

La planificación y optimización de la cadena permite competir con éxito en los mercados actuales, gracias al resultado que produce la conjunción de los objetivos de la logística y la implantación de mejores prácticas en la planificación de compras y la proyección de la demanda, producción, transporte, almacenaje, inventarios y servicio al cliente. Es por esto que el éxito de una organización que reduce costos y que satisface las necesidades de sus clientes, depende de una cadena de suministros bien gestionada, integrada y flexible que sea controlada en tiempo real y en la que fluya información eficientemente entre los distintos niveles de la misma. (Herrera Vidal & Marrugo Cermeño, 2017)

Es importante la planificación porque permite equilibrar el suministro de los recursos con la demanda a lo largo de las operaciones. Como menciona (d'Emprese, 2006) “Para conseguir este objetivo se propone una única tarea de planificación centralizada para toda la cadena” como muestra la Figura 4.

Figura 4. Matriz de planificación de la cadena de suministro.

Fuente: Rohde et al, 2000

³Cfr. Sistema de manufactura (2018): <https://www.coursehero.com/file/23353709/sistemas-de-manufactura/>

La idea es conectar el dominio de planificación de cada una de las organizaciones para intercambiar la información relevante para el proceso de planificación global.

1.2.2.3 Lead time

El lead time es el tiempo que transcurre entre el momento en que un pedido se emite y es recibido. Se trata de un concepto fundamental en logística que no puede dejarse de lado si se desea ofrecer un servicio de calidad⁴.

El tiempo de entrega es una parte inherente de cualquier sistema de producción / transporte que se define como "la duración entre la emisión y entregar un pedido por un miembro del SC" (Heydari, 2014a). En general, los plazos de entrega fluctuarán por diversos motivos, como las complejidades del entorno empresarial, y estas fluctuaciones causarán algunas desventajas para todos los participantes de la cadena de suministro. (Heydari, Mahmoodi, & Taleizadeh, 2016)

Ahora, hablemos del cálculo del Lead Time acumulado, que es el lead time total, este es una suma de diferentes tiempos, que compren de la sumatoria de Lead Time de aprovisionamiento, almacenamiento y transporte.

Figura 5. Lead Time acumulado.

Fuente: SENA 2012.

El primero, Lead Time de aprovisionamiento, es el promedio de tiempo en el que se incurre desde que se hace el requerimiento de un producto a los proveedores hasta que el producto se encuentra físicamente en el almacén y se hace la respectiva revisión.

El segundo, Lead Time de almacenamiento, es el tiempo promedio que permanece un producto ubicado en el almacén y se calcula a partir de la rotación del grupo o familia de productos estudiados.

Y por último, el Lead Time de transporte, como vimos en el ejemplo inicial, es el tiempo que transcurre en días u horas, desde que se carga un vehículo hasta que el mismo es descargado

⁴ Cfr. RMT logistics (2018): <http://www.rmtrade.es/que-es-el-lead-time-y-como-influye-en-logistica/>

en el punto de destino, es importante tener en cuenta que a este tiempo se le agrega el tiempo que se invierte en prepararlas expediciones.⁵

1.2.2.4 Compras y aprovisionamiento.

El departamento de Compras es el encargado de adquirir los productos y gestionar los servicios necesarios para el buen funcionamiento de la empresa, para que ésta pueda conseguir los objetivos marcados. En definitiva, una serie de tareas de vital importancia para que los suministros y las materias primas estén acorde con las necesidades de la empresa.

El aprovisionamiento es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para abastecerse de los materiales necesarios⁶. Comprende:

- La planificación y la Gestión de las compras.
- El almacenaje de los productos.
- Propuestas de mejoras y soluciones para optimizar los flujos.

1.2.3 Logística

Dentro las secuencias de la cadena de suministro uno de los puntos importantes para la empresa es la logística, la definición de la logística para el siguiente autor es:

“La logística se encarga de la administración del flujo de materiales e información a lo largo del proceso de creación de valor: aprovisionamiento, producción y distribución. De esta manera, gestiona un grupo de actividades que tienen lugar en la organización con la finalidad de brindar valor al cliente mediante la transformación de los factores productivos”. (Cano Olivos, 2015)

Como menciono el autor Cano Olivos, la logística tiene un lugar muy importante dentro de la organización, porque administra el flujo de materiales e información a lo largo del proceso, como también mencionan los siguientes autores sobre la logística. “En el ámbito de la logística y abastecimiento, llevar un eficiente control de inventarios implica diferenciar la gestión de los mismos dependiendo de las características particulares de los materiales”. (Torres Navarro & Córdova Neira , Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales, 2014, pág. 21)

⁵ SENA (2012): <https://docplayer.es/55467877-Lead-time-introduccion.html>

⁶ Cfr. Fullstep (2016): <https://www.fullstep.com/actualidad/blog/compras-aprovisionamiento/>

La importancia de logística dentro de la empresa, tiene principales objetivos que tiene cumplir dentro de la organización como nos menciona los autores.

“Los principales objetivos logísticos son: reducir los costos logísticos e incrementar el nivel de servicio para satisfacer a los clientes, donde éste último, es un concepto que Martichenko y Goldsby (2006) han asociado al cumplimiento de los ocho deberes logísticos al momento de la entrega”. (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012)

Finalmente se puede decir tomando las definiciones de la cadena de suministro y la logística, la importancia de los almacenes dentro la empresa como hare referencia los siguientes autores.

Los almacenes son parte fundamental en el desarrollo, tanto de estrategias en la cadena de suministro como en la logística. En este sentido, Pindyck y Rubinfeld (2001) mencionan que los almacenes están involucrados tanto en las diferentes etapas de la cadena de suministro, como en los distintos procesos internos de las empresas, por el aprovisionamiento, manipulación de materiales, y el almacenamiento o aseguramiento de los productos. (Contreras Juárez, Atziry Zuñiga, Martínez Flores, & Sánchez Partida, 2016)

1.2.4 Gestión de inventario.

La gestión de inventarios es muy importante para la empresa, debido a que permite conocer el nivel de existencias de los inventarios, por ello la necesidad de controlarlos como menciona el siguiente autor.

“La gestión de los inventarios es una de las áreas de la logística y la cadena de suministro (CS) más estudiadas por la administración de operaciones, ya que tiene un alto impacto en los costos operacionales de las empresas y es una de las medidas más importantes para evaluar la efectividad de las cadenas de suministros”. (Arango Serna, Adarme Jaimes, & Zapata Cortes, 2013, pág. 71).

La mención que hacen los autores Arango, Adarme y Zapata, en relación a la gestión de inventarios nos indican del gran alto impacto económico y sobretodo la evaluación de la efectividad de la cada de suministro. Dentro de la gestión de inventarios muchas empresas no han logrado controlar sus niveles de almacén, dentro de este tema se hace mención a los siguientes autores que nos dicen al respecto.

(..) “Es uno de los temas más complejos en Logística. Uno de sus principales problemas es su administración, puesto que siempre hay demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos productos agotados de lo que sí se vende, lo cual se debe a la falta de información precisa y

oportuna sobre la demanda en el punto de consumo”. (Pérez Vergara, Cifuentes Laguna, Vásquez García, & Marcela Ocampo, 2013)

La gestión de cualquier proceso dentro de una empresa, es un tema de dedicación y seguimiento no es fácil tomar decisiones con respecto a los temas de la gestión en este caso a los inventarios, pero si se logra cumplir los objetivos de cada gestión sería de gran beneficio para la empresa, como aporta el siguiente autor.

“La gestión de inventarios es fundamental para el éxito de todas las cadenas de suministro. Muchos Los investigadores han hecho grandes esfuerzos para identificar políticas efectivas de inventario para determinar cuándo y cuánto pedir un producto. El establecimiento de una política de inventario eficaz requiere a menudo un análisis en profundidad de la naturaleza del negocio objetivo”. (Qiu, Sun, & Fong Lim, 2017)

La política de inventario que hace mención los autores, nos indican como la empresa está determinando la cantidad de existencias dentro del almacén, como menciono otros autores el objetivo importasen de la gestión de inventarios afirman que.

“El objetivo de la gestión de los inventarios es mantener una estabilidad en la disponibilidad de productos, lo cual no significa mantener altos niveles de inventario, sino que se debe balancear el inventario para lograr bajos niveles que garanticen alto nivel de servicio al cliente”. (Lopes Martínez & Gómez Acosta, Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas, 2013)

1.2.4.1 Inventario

El rol que juegan los inventarios en una compañía manufacturera y comercializadora es de vital importancia para la misma, dado que representan una proporción significativa de sus activos y por ende de sus procesos productivos. Por tal consideración, se requiere de una administración efectiva de las materias primas, así como de los productos en proceso y terminados. “El seguimiento administrativo presenta una constante oportunidad de mejora en el sistema de control de inventarios”. (Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, 2010)

El inventario es un patrimonio valioso dentro de la empresa, donde: “El inventario se considera tradicionalmente como un medio para suministrar el producto inmediatamente, pero, con el tiempo, también se está viendo como un mecanismo para influir en la demanda del producto”. (Aydinliyim, Pangburn, & Rabinovich, 2017)

1.2.4.2 Tipos de inventario

Existen una amplia variedad de tipos de inventario, que se usan de acuerdo a las necesidades de la empresa, dependiendo de sus funciones, objetivos y de lo que se quiera contabilizar.

“Muchas son las razones por las cuales las organizaciones deben mantener inventarios en su cadena de abastecimiento: en primer lugar, para mejorar el servicio al cliente asegurando un nivel de disponibilidad de productos y servicios, también porque da a la compañía la seguridad de tener el producto en la cantidad, lugar y tiempo adecuados; por último, porque permite brindar seguridad frente a las posibles variaciones en los tiempos de entrega de los proveedores”. (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, 2010)

Según (Durán, 2012) Se puede observar los diferentes tipos de inventarios, en la Figura 6.

Figura 6. Tipos de inventario según el criterio que se considere para su clasificación

Criterio	Concepto	Tipo de inventarios
Funcional	Se considera tomando la función o naturaleza de la empresa. El inventario dependerá si es una empresa manufacturera, comercial o de servicio.	<ul style="list-style-type: none"> • Materia Prima (material utilizado como punto de partida para el proceso de producción) • Productos en proceso (productos que están sin terminar) • Productos terminados (productos que están listos para la venta, envío o consumidor final)
Razones para mantenerlo	Depende del motivo por el cual se mantiene el inventario en una empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Precautelativo (material o productos terminados como medida de prevención por una demanda mayor) • Transaccional u operativo (mercancía operable que dispone la empresa para funcionar y generar recursos y ganancias) • Especulativo (material o productos terminados retenido para obtener mayores ganancias debido a la variación de los precios que experimentan los productos destinados a la venta)
Duración	Su clasificación depende de la durabilidad del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Perecedero (mercancía que tiene fecha de vencimiento) • No perecedero (mercancía que no se vencen)
Origen	Se considera el inventario de acuerdo a la procedencia del inventario.	<ul style="list-style-type: none"> • Importados (mercancía fabricada y proveniente del exterior del país) • Nacionales (mercancía elaborada y adquirida dentro del país)
Valor (Pareto)	Se clasifica el inventario por la forma como se establece el precio de un inventario.	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A (Mayor valor –se mantiene pocas cantidades-) • Grupo B (Valor medio –cantidades medias-) • Grupo C (Bajo valor –se mantiene grandes cantidades-)
Tipo de producto	Se clasifica de acuerdo a la naturaleza y rotación del inventario. Es decir, de la forma como está compuesto el inventario físicamente.	Empresa licorera <ul style="list-style-type: none"> • Whisky • Ron • Vino • Cerveza

Fuente: Ross y otros (2006: 686)

“Adicionalmente, es importante señalar lo expuesto por Ross y otros (2006), para quienes existen tres aspectos que deben tomarse en cuenta en relación con los tipos de inventarios, a saber: 1) los nombre de los tipos de inventarios suelen ser engañosos porque la materia prima para una empresa puede ser un producto terminado para otra empresa; 2) los diversos tipos de

inventarios tienen diferente liquidez, la materia prima es más fácil de convertirse efectivo que los productos en proceso; y 3) la distinción entre los productos terminados y otros tipos de inventarios pues se produce lo que se conoce como demanda derivada o dependiente (cuando la demanda de un artículo de inventario forma parte de otro artículo, ya que la necesidad de estos inventarios depende de la necesidad de artículos terminados) y demanda independiente (cuando la demanda de bienes terminados no deriva de la demanda de otros artículos de inventario)". (Durán, 2012)

1.2.4.3 Costos de inventario.

A menudo las políticas óptimas de inventarios son aquellas que manejan solamente productos bajo revisiones periódicas. Su costo de ordenamiento está en función lineal de la cantidad, mientras que el costo de transporte es una cifra constante, siempre que el tamaño de la orden de pedido sea menor que una cantidad determinada. No obstante, en muchas industrias se ofrece el transporte libre de costos siempre que una orden de pedido exceda una cantidad mínima especificada por proveedor, lo cual permite a este alcanzar economías de escala en términos de producción y distribución, y, por ende, incentivar a sus clientes para que soliciten órdenes de pedidos significativos.

A continuación, se presentan los costos que se consideran relevantes en el manejo de inventarios y que, a la hora de tomar una decisión respecto a la cantidad a ordenar de un determinado material, pueden entrar en conflicto:

Costo de consecución. Se asocia con la adquisición del bien que hace parte del inventario y es una fuerza económica significativa que determina las cantidades a ordenar. Cuando se coloca una orden o recompra al proveedor, se incurre en una serie de costos asociados a dicha orden. Este costo incluye el precio o costo de manufactura, el costo de alistamiento del proceso de producción de dicho material, el de transmitir la orden, el de transporte en caso de no estar incluido en el precio de venta y el costo de recepción y almacenamiento del material una vez recibido. (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica., 2010)

Costo de almacenamiento. Aquel que corresponde al resultado del almacenamiento de los materiales por un período de tiempo determinado y guarda cierta proporción con la cantidad promedio de bienes que existan en el inventario. En esta categoría se encuentran los costos que se pagan por el espacio que ocupa el inventario almacenado; el costo de capital, es decir, el asociado al dinero invertido en el inventario; los costos de servicio, ligados a los impuestos y

seguros que deben pagarse por mantener una cierta cantidad de mercancía en inventario; por último, los costos de riesgo por deterioro, robo, daño u obsolescencia. (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica., 2010).

Costos por faltantes o agotamiento. Estos se presentan cuando se coloca una orden que no puede ser satisfecha debido a una carencia en el inventario. Existen dos clases de costos por faltantes: costo de ventas perdidas y costo de orden retrasada. (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica., 2010)

Costo Total del Inventario. Representa la suma de los tres costos antes mencionados con la adición del costo de capital. Este corresponde a la parte variable del costo de aprovisionamiento y resulta de multiplicar el valor unitario de cada artículo comprado por el número de artículos solicitados en el pedido. (Pinzón Guevara, Pérez Ortega, & Arango Serna, Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica., 2010)

1.2.4.4 Planificación de inventarios

Planeación de Inventarios es un aspecto vital de la Gestión de Cadena de suministro, determina la cantidad y temporización óptimas del inventario con el propósito de alinearla con las capacidades de ventas y producción. Planeación de Inventarios tiene un impacto directo en el flujo de efectivo de una compañía, lo mismo que en sus márgenes de ganancia especialmente para los negocios pequeños porque dependen de la rápida entrega de bienes o materiales.⁷

1.2.4.4.1 Cantidad de orden económico.

Este modelo permite calcular el lote de compra, fue uno de los modelos más usados a lo largo de su historia desde su creación como hace referencia el autor.

“Hace más de un siglo que Harris (1913) formuló El primer modelo matemático para encontrar el inventario óptimo, que se conoce como cantidad de orden económico (EOQ). Básicamente, el problema es calcular la cantidad a ordenar por el comprador cada vez, de manera que los costes totales del problema, incluidos los costes de mantenimiento y los costos de pedido, se minimice. En los años transcurridos desde entonces, el original modelo se ha extendido en diferentes direcciones”. (Rezaei, 2016)

⁷Hylasoft (2018): <https://www.hylasoft.com/es/solution/inventory-planning>

El modelo EOQ y su versión extendida EPQ que se propusiera en, optimiza la producción al minimizar los costos fijos de fabricación, o de compra, y de mantener el inventario, tal como se detalla en la Figura7. (Valencia, Lambán, & Royo, 2014)

Figura 7. Modelo EOQ

En dicho modelo se procura minimizar el costo total a partir de los siguientes datos:

1) El tamaño del lote (Q), 2) El costo unitario de mantener el inventario (H), 3) La demanda (D) y 4) El costo fijo por pedido a realizar (S). Este modelo, que no incorpora restricciones, calcula la cantidad óptima a producir derivando e igualando a cero la función costo total, obteniéndose la Ecuación 1. (Valencia, Lambán, & Royo, 2014, pág. 136)

Ecuación 1. Tamaño de lote

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

El costo total del inventario, Ct, se calcula con la Ecuación 2.

Ecuación 2. Costo total de inventario

$$Ct = Cp \left(\frac{D}{Q} \right) + Cc \left(B + \frac{Q}{2} \right) + CfNf \left(\frac{D}{Q} \right)$$

Donde:

C_t = costo total anual del inventario, \$/año

C_p = costo de colocar un nuevo pedido, \$/pedido

D = demanda anual de artículos, unidades/año

Q = cantidad de pedido, unidades/pedido

C_c = costo anual de mantenimiento en el inventario, \$/ unidad

B = existencias de seguridad, unidades

C_f = costo de cada faltante, \$/faltante

N_f = número promedio de faltantes, faltantes/pedido

1.2.4.4.2 Vendor Managed Inventory

Vendor Managed Inventory (VMI), en español, Almacenamiento Dirigido por el Proveedor, es un sistema para optimizar el desempeño de la cadena de suplemento, en que el proveedor se responsabiliza por la administración de los niveles de almacenamiento en los clientes. El proveedor tiene acceso a los niveles de stock del cliente y asume, él mismo, las decisiones sobre los reabastecimientos.

El VMI se integra en la cadena de abastecimiento como forma de establecer una real colaboración y el repartir de información entre el proveedor y el cliente.⁸

1.2.4.4.3 Indicadores de gestión de inventario

Lo importante de los indicadores es que pueden medir: esto permite tener un mejor control en las operaciones de un proceso y tomar decisiones estratégicas. En una cadena de suministro la aplicación de los indicadores en las diferentes empresas puede llegar a convertirse en una ventaja competitiva y posicionarse a nivel nacional e internacional. (Ponce Cabrera, 2014, pág. 3)

El impacto que tienen los indicadores de gestión de inventarios es esencial en la cadena de suministros, ver Tabla 1.

⁸Portal VMI (2017): <https://blog.portalvmi.com.br/es/que-es-vendor-managed-inventory-vmi/>

Tabla 1. Indicadores de inventarios

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	IMPACTO (COMENTARIO)
Índice de Rotación de Mercancías	<p>Proporción entre las ventas y las existencias promedio.</p> <p>Indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de</p>	$\frac{\text{ventas acumuladas}}{\text{Inventario promedio}} \times 100$	<p>Las políticas de inventario, en general, deben mantener un elevado índice de rotación, por eso, se requiere diseñar políticas de entregas muy frecuentes, con tamaños muy pequeños. Para poder trabajar con este principio es fundamental mantener una excelente comunicación entre cliente y proveedor.</p>
Índice de duración de Mercancías	<p>Proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último período.</p> <p>Indica cuantas veces dura el inventario que se tiene.</p>	$\frac{\text{Inventario final días}}{\text{Ventas promedio}} \times 30$	<p>Altos niveles en ese indicador muestran demasiados recursos empleados en inventarios que pueden no tener una materialización inmediata y que está corriendo con el riesgo de ser perdido o sufrir obsolescencia.</p>

Exactitud del Inventario	Se determina midiendo el costo de las referencias que en promedio presentan irregularidades con respecto al inventario lógico valorizado cuando se realiza el inventar	$\frac{\text{Valor Diferencia (\$)}}{\text{Valor total de Inventarios}} \times 30$	Se toma la diferencia en costos del inventario teórico versus el físico inventariado, para determinar el nivel de confiabilidad en un determinado centro de distribución. Se puede hacer también para exactitud en el número de referencias y unidades almacenadas
--------------------------	--	--	--

Fuente: Mora, L. (2013). Indicadores de Gestión Logísticos.

En la Tabla de Indicadores de inventarios se muestra de forma clara y precisa la importancia que tienen los indicadores de inventario en las organizaciones y el fuerte impacto que llegan a tener para la toma de decisiones, además permite medir de forma cuantitativa y cualitativa las diferentes variables en cuanto a la rotación, duración y exactitud del inventario. Por lo tanto, la organización tendrá un control en el flujo de los inventarios, y en general es lo que se busca señalar con esta investigación. (Ponce Cabrera, 2014, pág. 8)

1.2.4.5 ABC Multicriterio

La clasificación de los inventarios ha sido intensamente estudiada en la literatura, dentro de dos grandes categorías: criterio único clasificación de inventario (SCIC) y cuando el análisis ABC incluye dos o más criterios, en la literatura científica el problema es denominado Clasificación Multicriterio del Inventario (MCIC o MCABC) (Castro Zuluaga, Vélez Gallego, & Castro Urrego, 2016).

El abecedario análisis, desarrollado sobre el principio de Pareto, es uno de los primeros y más ampliamente utilizados métodos SCIC. Un reto importante con el análisis ABC es la determinación del valor de corte entre las clases, que se basa más en el juicio gerencial que en el análisis cuantitativo y proporciona visibilidad de los efectos finales sobre el rendimiento del inventario. Además, Si los ítems A merecen una mayor disponibilidad de stock o los ítems C

deben tener un nivel de servicio más alto Recibe visiones diferentes en la literatura. Teunter et al. (2010) discuten que la razón fundamental de tal discrepancia es que la clasificación tradicional ABC no ha sido desarrollada desde la perspectiva de maximizar el rendimiento del inventario. Son ideas de citas que cito (Yang, Li, Campbell, & C. Sweeney, 2017)

Estos criterios permitieron mejorar el criterio inicialmente utilizado en la empresa para reconocer diferentes tipos de consumo. La clasificación definitiva de los consumos quedó establecida en ocho tipos de consumo (Torres Navarro & Córdoba Neira , Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales, 2014) , según se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de consumo.

	Clasificación	Descripción
A	Alto consumo – Frecuencia regular	-Cantidades consumidas mensualmente son regulares. -Se consume 12 meses en un año.
B	Alto consumo – Frecuencia irregular	-Cantidades consumidas mensualmente son irregulares. -Se consume 12 meses en un año.
C	Consumo regular – Frecuencia regular	-Cantidades consumidas mensualmente son regulares. -Intervalos de consumo son regulares.
D	Consumo irregular – Frecuencia regular	-Se presenta consumo entre 4 y 11 meses dentro de un año. -Cantidades consumidas mensualmente son irregulares. -Intervalos de consumo son regulares. -Se presenta consumo entre 4 y 11 meses dentro de un año.
E	Consumo regular – Frecuencia irregular	-Cantidades consumidas mensualmente son regulares. -Intervalos de consumo son irregulares. -Se presenta consumo entre 4 y 11 meses dentro de un año.
F	Consumo irregular – Frecuencia irregular	-Cantidades consumidas mensualmente son irregulares. -Intervalos de consumo son irregulares. -Se presenta consumo entre 4 y 11 meses dentro de un año.
G	Consumo irregular – Frecuencia puntual	-Se consume 3 o menos meses en un año
H	Devolución	-Presenta devolución de unidades a bodega.

Fuente: Torres y Córdoba (2014).

Fuente: Torres y Córdoba.

Los modelos que consideraron para toma de decisiones de compra y demás parámetros se indican en la Tabla 3, así como la segmentación multicriterio ABC.

Tabla 3 Modelos de inventario.

Clasificación ABC multicriterio		
	A	B C
Clasificación estadística	A	EOQ con stock de seguridad
	B	EOQ básico
	C	El sistema experto selecciona, para estos ámbitos de consumo, el modelo que presente costo mínimo entre los siguientes modelos: Algoritmo Wagner-Whitin (WW), Algoritmo Silver-Meal (SM), Costo Unitario Mínimo (CUM) o Balanceo de Período Fragmentado (BPF).
	D	
	E	
	F	
	G	Inventario base Lote a lote
	H	Sin modelo, se debe analizar puntualmente

Fuente: Torres y Córdoba (2014).

Por otra parte, el criterio de decisión utilizado en los modelos de inventarios es de minimización de costos totales. Una mayor precisión del criterio adoptado según clasificación de consumo y clasificación multicriterio ABC utilizado, se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación ABC multicriterio.

Clasificación estadística	Clasificación ABC multicriterio	Justificación
A	A	Productos que cumplen con los supuestos del modelo EOQ, sus consumos son constantes y uniforme en el tiempo, requieren disponer, dada su relevancia, con un stock de seguridad. El modelo de un solo lote se propone cuando el tamaño de lote del modelo EOQ cubra la demanda anual prevista.
A	B o C	Igual al grupo anterior pero de menor relevancia para la continuidad del proceso productivo, no es imprescindible disponer de un stock de seguridad.
B;C;D;E;F	A	El sistema experto, por la importancia de estos productos, selecciona entre cuatro modelos alternativos, el que arroje el menor costo total de inventarios, además, se consideró incluir un punto de pedido con stock de seguridad para evitar quiebres de stock.
B;C;D;E;F	B o C	El sistema experto selecciona entre cuatro modelos alternativos, el que arroje el menor costo total de inventarios.
G	A	Por la baja tasa de consumo de esta categoría de productos (menos de cuatro veces por año) se definiría una política de compra (inventario base) según sea la urgencia del requerimiento.
G	B o C	Por la baja tasa de consumo de esta categoría de productos (menos de cuatro veces por año) se define una compra bajo el enfoque Lote a lote.
H	A;B;C	No se aplica un modelo teórico, se analiza caso a caso.

Fuente: Torres y Córdoba (2014).

Finalmente, los autores conformaron cuatro tipos de reglas generales: para cuantificar variables cualitativas, para realizar la clasificación ABC multicriterio, para realizar la clasificación estadística y para asignar los modelos de inventario según tipos de consumo. Un ejemplo de esta herramienta de clasificación de materiales, ver Tabla 5.

Tabla 5. Política de inventarios.

Clasif. estadística	Clasif. ABC multicriterio	Modelo de inventario	Pronosticar cantidad demandada	Pronóstico intervalos de consumo	Stock de seguridad (SS)	Punto de pedido (PP)
A	A	EOQ con SS	Con base en los promedios históricos	Se consumen todo el año	$S.S. = Z * \text{dda diaria}$	$P.P. = (Dda\ diaria * LT) + S.S.$
A	B o C	EOQ básico	Con base en los promedios históricos	Se consumen todo el año	-	$P.P. = (Dda\ diaria * LT)$
B	A	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Se consumen todo el año	$S.S. = Z * \text{dda diaria}$	$P.P. = (Dda\ diaria * LT) + S.S.$
B	B o C	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Se consumen todo el año	-	$P.P. = (Dda\ diaria * LT)$
C	A	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Demanda promedio	Mantener intervalos consumo	$S.S. = Z * \text{dda diaria}$	$P.P. = (Dda\ diaria * LT) + S.S.$
C	B o C	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Demanda promedio	Mantener intervalos consumo	-	-
D	A	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Pronosticar con serie de tiempo	$S.S. = Z * \text{dda diaria}$	$P.P. = (Dda\ diaria * LT) + S.S.$
D	B o C	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Pronosticar con serie de tiempo	-	-
E	A	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Pronosticar con serie de tiempo	$S.S. = Z * \text{dda diaria}$	$P.P. = (Dda\ diaria * LT) + S.S.$
E	B o C	Evaluar WW, SM, CUM y BPF	Pronosticar con serie de tiempo	Pronosticar con serie de tiempo	-	-

Fuente: Torres y córdoba.

Se efectuaron pruebas piloto con 1.930 materiales (utilizando un enfoque de juicio) que tenían definido los criterios de reposición explícitos, obteniendo resultados conformes en términos de identificar aquellos que resultada adecuado mantener sus niveles de reposición, a diferencia de otros en que era más adecuado subir o bajar los niveles de reposición según el tipo de material bajo análisis. (Torres Navarro & Córdova Neira , Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales, 2014)

1.2.4.6 Stock de seguridad

Dentro de este punto el stock de seguridad como parte de la gestión de inventarios, se hablará de la importancia de este modelo y como integra dentro de la cadena de suministro como Grade y Willems mencionan.

“Simpson (1958) propuso un modelo de inventario, luego acuñó el modelo de servicio garantizado (GS) de Graves y Willems (2003), que resuelve los niveles óptimos de stocks de seguridad y ubicaciones en las cadenas de suministro de la línea serial. En el marco de GS, cada etapa se enfrenta a una demanda aleatoria pero limitada desde su etapa aguas abajo, y opera de acuerdo con una política de stock base (...). El establecimiento óptimo de los tiempos

de servicio determina la colocación óptima de valores de seguridad en la cadena de suministro”. (Grace Hua & P. Willems, 2015)

El stock de seguridad contribuye a las empresas a prevenir el desabastecimiento de materiales y que la empresa continúe con sus procesos principales de manera fluida sin tiempos de poca actividad dentro de la producción de un bien o servicio.

“El inventario de seguridad es una protección contra la incertidumbre, que puede incluir variaciones en la demanda de los clientes, del tiempo de entrega del proveedor y de la calidad de los productos que se suministran al cliente. Van Kampen, van Donk y van-der Zee (2010) afirman que las 2 medidas usuales para enfrentar la incertidumbre de la oferta y la demanda de un artículo son las existencias de seguridad y la seguridad del tiempo de entrega”. Son algunas ideas de citas que cito (Izar Landeta, Ynzunza Cortésb, & Guarneros García, 2016)

En el caso de la empresa en estudio no cuenta con una existencia de stock mínimo, debido que el stock que tiene dentro del almacén es muy variado por la cantidad de pedidos que realizan a tiempo real esto quiere decir, que es solo por un momento se encuentra el material disponible, este caso de la empresa lo puede el siguiente autor.

“El modelo de inventario en tiempo real transforma el enfoque de planificación de inventario actual en una perspectiva, y elimina el stock de seguridad en su manera. Eventualmente, el stock de seguridad es innecesario en tiempo real modelo de inventario. Sin embargo, la variación de las órdenes se maneja con stock de seguridad en el punto de reordenamiento modelo. Esta diferencia significativa del modelo de inventario en tiempo real elimina el inventario adicional manteniendo el coste eliminando el stock de seguridad”. (Torkul, Yılmaz, Selvi, & Cesur, 2016, pág. 4)

Wang et al. (2010) Derivaron fórmulas para estimar el punto de reorden y el stock de seguridad en caso que la demanda y el tiempo de entrega estén correlacionados, ya que los modelos tradicionales asumen que estas dos variables no se correlacionan, lo cual puede no ser válido, como en el caso de que un cliente importante haga pedidos de mayor volumen para satisfacer la demanda, o si la demanda va a la baja y el proveedor hace corridas de producción más pequeñas y tarda más en proveerlas (Korponai, Bányainé Tóth, & Illés, 2017).

El inventario de seguridad se define entonces a partir de los datos de variación de la demanda y, por otro lado, del nivel de servicio deseado, el cual se define como "el número de unidades

demandadas que pueden suministrarse de las existencias actualmente disponibles". (Aguilar Santamaría, 2012).

Una explicación de la necesidad del inventario de seguridad puede verse en la siguiente Figura 8.

Figura 8. Stock de seguridad y sus causales

Las políticas de planificación del servicio están íntimamente ligadas a las políticas de control de stock que se decida implantar (Sabriá 2003). El método de Gauss simplificado relaciona el stock de seguridad (SS) con el nivel de servicio que se brinda al cliente en función de Z, la variable normal tipificada. (Errasti , Chackelson , & Poler, 2012). En la siguiente Ecuación 3.

$$SS = Z \cdot DT \cdot vPE$$

Ecuación 3. Stock de seguridad.

Donde DT representa la desviación típica de la demanda, PE el plazo de entrega del proveedor y los valores de Z para cada nivel de servicio se obtienen en la tabla de distribución normal. Conocer esta relación es de gran importancia para saber el coste del nivel de servicio con el que se pretende servir al cliente. Este cálculo genera las denominadas curvas Stock to Service (STS), que enseñan el incremento de stock necesario para aumentar el nivel de servicio actual.

Por otro lado, (Aguilar Santamaría, 2012) afirma que “en condiciones en las cuales solo se presenta variaciones en la demanda; cuando se presentan variaciones en la demanda y en el tiempo de aprovisionamiento ("lead time"), el valor del inventario de seguridad se define”. En la siguiente Ecuación 4.

$$SS = z\sqrt{\sigma D^2 L + \sigma L^2 D^2}$$

Ecuación 4. Stock de seguridad con variación.

Donde:

D es la variación de la demanda durante el tiempo de reaprovisionamiento

L es el "lead time" o tiempo de reaprovisionamiento

σL es la variación del tiempo de aprovisionamiento

D es el promedio de la demanda durante el tiempo de reaprovisionamiento

Z es el valor de la normal tipificada

1.2.4.7 Nivel de servicio

El nivel de servicio dentro de la empresa es muy importante porque permite cumplir ciertas metas u objetivos relacionados al cliente, este nivel de servicio es definido por la empresa como menciona el autor.

“(..) El manejo del inventario busca cumplir con 2 metas fundamentales: dar el nivel de servicio deseado por el cliente y que se haga a un costo mínimo del inventario, que son objetivos que deben balancearse para encontrar una solución apropiada. Afirma que es la variabilidad de la demanda del tiempo de entrega la variable de mayor influencia en esta decisión”. (Izar Landeta, Ynzunza Cortésb, & Guarneros García, 2016).

Por otro lado, se tiene que conocer qué tipo de inventarios requiere la empresa para medir el nivel de servicios que se necesita según los autores:

“(...) en algunos casos mantener grandes cantidades de inventario mejora los niveles de servicio y estimula la demanda de artículos. Mues-tran en su investigación que el ciclo óptimo del inventario depende del balance entre los costos de colocar pedidos y mantener el inventario, mientras que el punto de reorden se define con un análisis costo-beneficio”. (Izar Landeta, Ynzunza Cortésb, & Guarneros García, 2016)

Para calcular el nivel de servicio, se aplica la fórmula:

Ecuación 5. Nivel de servicio.

$$z = \frac{PR - \mu}{\sigma}$$

En la cual Z es el número de desviaciones estandarizadas donde se ubica el punto de reorden y el nivel de servicio es el área correspondiente a este valor de Z para cada distribución de probabilidad. (Izar Landeta, Ynzunza Cortésb, & Guarneros García, 2016)

El nivel de servicio se entiende el grado de aceptación con respecto a las roturas de stock o ventas perdidas, que se puede definir de dos maneras. Se puede determinar como una relación del número de períodos se desea tener roturas de stock y el número total de períodos analizados

Descubierto por las existencias durante un período determinado, el nivel de servicio se puede definir de la siguiente manera: (Korponai, Bányainé Tóth, & Illés, 2017)

Ecuación 6. Nivel de servicio para un determinado período.

$$NS = 1 - \left(\frac{Ps \times t}{T} \right)$$

NS: Nivel de servicio, probabilidad aceptada de ocurrencia de escasez

Ps – El número de un período de salida de existencias

t – La duración de un período dado, la duración del ciclo

T – La duración del período examinado completo.

1.2.5 Gestión de almacén

Se define como gestión de almacenes al proceso de la función logística que recibe, acumula, conserva y mueve los materiales dentro del almacén hasta su consumo. Se trata de controlar y proteger físicamente los artículos.⁹

1.2.5.1 Proceso de gestión de almacén.

Existen diferentes procesos que configuran la gestión de almacenes, por lo cual, para cada empresa se debe analizar cuáles y cómo utilizarlos con el fin de garantizar un adecuado uso de

⁹Anfix (2017): <https://blog.anfix.com/gestion-del-almacen/>

los recursos y capacidades del almacén (Correa Espinal , Gómez Montoya, & Cano Arenas, 2010, pág. 151), se observa en la Figura 9.

Figura 9. Proceso de gestión de almacén.

Recepción, control e inspección	Almacenamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Descargar el camión y registrar los productos recibidos. • Inspeccionar cuantitativa y cualitativamente, los productos recibidos para determinar si el producto cumple o no con las condiciones negociadas. • Distribuir los productos para su almacenamiento u otros procesos que lo requieran. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar los productos en las posiciones de almacenamiento. • Dentro de la organización del almacén, se debe considerar la categorización ABC, la cual prioriza las posiciones y productos por nivel de rotación. • Almacenar el producto en el área de reserva o recuperación rápida. • Guardar físicamente los productos hasta que sea demandado por el cliente.
Preparación de pedidos	Embalaje y despacho
<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en la preparación y adecuación de las órdenes de pedidos para atender las necesidades de los clientes. • Recuperación de los productos desde su ubicación de almacenamiento para preparar los pedidos de los clientes. • Establecimiento de políticas acerca de diseño y distribución de la zona de preparación de los pedidos, según las características de órdenes y clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chequear, empacar y cargar los vehículos en el medio de transporte. • Establecer políticas para ubicar las unidades de carga en camiones en la zona de cargue. • Preparar los documentos de despacho, incluyendo facturas, lista de chequeo, etiqueta con dirección de entrega, entre otros.

Fuente: Correa Espinal, Gómez Montoya, & Cano Arenas, 2010

1.2.5.2 Tipos de almacenes

Es importante distinguir los diferentes tipos de almacenes. Una vez reconocido el tipo, se puede determinar si la empresa está haciendo un buen uso de sus instalaciones y si sus productos se están almacenando correctamente. Según López (2006), los tipos de almacenes más comunes son los siguientes:

- Almacén abierto (Al aire libre):** Estos espacios se usan para almacenar a la intemperie productos a granel no perecibles, o productos terminados que no se deterioren con la acción del medio ambiente. Por ejemplo, se pueden almacenar vehículos que salen de la línea de ensamblaje de las fábricas y están a la espera de ser despachados hacia los diferentes concesionarios. (Arrieta Posada, 2011, pág. 85)
- Almacén de distribución:** es el espacio que se utiliza para almacenar mercancías, especialmente productos terminados. Que surten a las grandes cadenas de retail. Estos almacenes importan y compran mercancías en el mercado nacional y las despachan sobre pedido a las diferentes tiendas por departamentos que atienden. Por ejemplo, una

cadena de almacenes al detalle con muchos almacenes distribuidos por toda una ciudad necesita surtir atún enlatado. El almacén de distribución lo importa, lo almacena y lo distribuye a cada punto de venta de acuerdo con los pedidos, sin que la empresa solicitante tome parte en dicha compra e importación. La tienda por departamentos tampoco administra el inventario, solo hace el pedido y paga por el producto que le solicitó al almacén de distribución. (Arrieta Posada, 2011, pág. 85)

- c) **Almacén logístico:** este tipo de almacén se caracteriza por no tener inventario de mercancías durante largos períodos de tiempo. Su función es la de distribuir los productos o mercancías, y no la de almacenar. Por lo tanto, su principal característica es su eficiente tiempo de entrega y su confiabilidad. Unos ejemplos de este tipo de almacén pueden ser los diferentes centros de recibo y distribución de carga ligera de cualquier courier (Fedex, UPS, etc.). Estos depósitos almacenan temporalmente los productos mientras se organizan y cargan para ser enviados a su destino. (Arrieta Posada, 2011, pág. 85)
- d) **Almacén general de depósito:** este espacio sirve para guardar todo tipo de mercancías o de productos terminados y cualquier persona ya sea natural o jurídica puede hacer uso de sus servicios. Su tarea es almacenar y las empresas acuden a ellos cuando no tienen espacio suficiente o cuando es más rentable arrendar un espacio para almacenar que mantener las mercancías en sus empresas. En los almacenes generales de depósito normalmente se cobra por metro cuadrado almacenado. También funcionan como sociedades de intermediación aduanera, lo que significa que sirven a las empresas no solo como lugar de depósito de las mercancías, sino como agentes para realizar todos los trámites legales ante los respectivos gobiernos para internar mercancía de importación. (Arrieta Posada, 2011, pág. 85)
- e) **Almacén central y regional:** Un ejemplo de estos dos tipos de almacenes es el almacenamiento que se realiza en una embotelladora de refrescos. Por lo general está ubicado en un lugar cercano a la planta de embotellado o al interior de la misma empresa. Estos almacenes centrales surten a los diferentes almacenes regionales ubicados en otros municipios, lejanos al centro de embotellamiento de los refrescos. Habitualmente, el almacén central maneja sku's de gran tamaño, por lo general pallets o estibas de mercancía; en cambio el regional maneja productos en sku's más pequeños, tales como cajas o unidades sueltas. (Arrieta Posada, 2011, pág. 85)

1.2.5.3 Indicadores de almacén y centros de distribución

Para lograr una buena gestión en los centros de distribución y conociendo el tipo de almacén, el comportamiento de los productos que se guardan y las tareas que se realiza en su interior, es necesario definir los indicadores de gestión más adecuados para evaluar su desempeño. Estos indicadores se pueden clasificar de la siguiente manera:

Indicadores asociados a la calidad del inventario

Estos indicadores permiten evaluar que tan bien se está controlando no solo la calidad de los productos en el almacén, sino el servicio que se está ofreciendo a los clientes. Dentro de los indicadores asociados a la calidad del inventario están los siguientes (Arrieta Posada, 2011, pág. 89):

a. Confiabilidad del inventario:

$$1 - \frac{\text{Diferencia en unidades}}{\text{Unidades totales en inventario}}$$

b. Porcentaje de error en órdenes despachadas:

$$\frac{\text{Cantidad de órdenes despachadas erróneamente}}{\text{Cantidad de órdenes despachadas}}$$

c. Porcentaje de cumplimiento en embarques:

$$\frac{\text{Número de embarques incumplidos}}{\text{Número de embarques totales}}$$

d. Número o porcentaje de órdenes perfectas:

$$\frac{\text{cantidad de órdenes despachadas completas y a tiempo}}{\text{cantidad total de órdenes despachadas}}$$

e. Número o porcentaje de órdenes completas:

$$\frac{\text{cantidad de órdenes despachadas completas}}{\text{cantidad total de órdenes despachadas}}$$

El indicador relacionado con la confiabilidad del inventario se calcula evaluando el número de unidades almacenadas y el número de unidades que figuran en el sistema de información que

tenga la empresa. Una orden completa indica que se entregaron todos los productos solicitados, pero no en la fecha establecida o pactada con el cliente. Por el contrario, una orden perfecta indica que se entregaron todos los productos solicitados por el cliente en la cantidad y fecha establecida con el cliente. En un almacén de clase mundial, estos indicadores deben estar por encima del 95% (Marín, 2000).

Indicadores asociados a la productividad

Estos indicadores permiten evaluar el modo en que los mandos gerenciales manejan el centro de distribución usando todos los recursos a su alcance, tanto físicos como humanos. Dentro de los principales indicadores asociados a la productividad se encuentran los siguientes (Arrieta Posada, 2011, pág. 90):

a. Capacidad del almacén: Porcentaje de uso del espacio:

$$\frac{\text{Área utilizada para el almacenamiento}}{\text{Área total del almacén}}$$

b. Cantidad de estibas despachadas por persona:

$$\frac{\text{Número de estibas despachadas}}{\text{Número de trabajadores}}$$

c. Unidades despachadas por empleado:

$$\frac{\text{Número de unidades despachadas}}{\text{Número de trabajadores}}$$

d. Rotación de la mercancía:

$$\frac{\text{valor de las ventas de mercancía a fin de periodo}}{\text{valor del inventario promedio a fin de periodo}}$$

También dentro de la productividad se deben considerar los indicadores de gestión asociados a los costos del almacén. Entre estos se encuentran los siguientes:

a. Costo de la unidad almacenada:

$$\frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\text{Número de unidades almacenadas}}$$

El costo de almacenamiento debe incluir los siguientes aspectos: costo de arriendo + costo de impuestos + costo depreciación (si el almacén es propio) + costo de seguros + costo de funcionamiento (mano de obra y maquinaria o equipos), entre otros.

b. Costo por metro cuadrado:

$$\frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\text{Área del almacén}}$$

Indicadores asociados al tiempo

Estos indicadores permiten evaluar si el almacén está cumpliendo sus tareas más importantes, el surtido y la orden dentro de los tiempos requeridos. La medición de estos indicadores busca determinar qué actividades hacen que estas tareas tomen más tiempo de lo planeado. Estos indicadores son (Arrieta Posada, 2011, pág. 90):

- a. Tiempo de surtido: Tiempo que se tarda un producto en ir desde la puerta de recibo hasta su ubicación en la estantería a su posición de almacenamiento. Muchas veces la administración del almacén incluye el tiempo de descargue de la mercancía del vehículo en el cual se llevó al almacén.
- b. Tiempo de orden: Es el tiempo que se tarda el producto desde que se libera la orden de despacho en ir desde su posición de almacenamiento hasta la puerta de envío. Muchas veces se incluye el tiempo de embarque en el vehículo de transporte.

La evaluación de los indicadores de gestión es una herramienta fundamental para medir el desempeño de las diferentes actividades que se llevan a cabo en el centro de distribución. Es de gran importancia, por lo tanto, que los mandos directivos estén pendientes de los resultados de dichas mediciones para así poder tomar las acciones correctivas pertinentes y desarrollar los planes de mejoramiento, según los resultados obtenidos (Arrieta Posada, 2011, pág. 91).

1.2.5.4 Tecnología e información en almacenes

Las TIC se han convertido en un medio para agilizar, flexibilizar y mejorar el intercambio de información y operaciones utilizadas en la gestión de almacenes (Correa Espinal , Gómez Montoya, & Cano Arenas, 2010, pág. 154), ver Figura 10.

Figura 10. TIC en la gestión de almacenes.

GESTIÓN DE ALMACENES
WMS (WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM)
Sistema de información que ayuda en la administración del flujo del producto e información dentro del proceso de almacenamiento, a través de funciones tales como: a) recepción; b) almacenamiento; c) administración de inventarios; d) procesamiento de órdenes y cobros; y e) preparación de pedidos.
LMS (LABOR MANAGEMENT SYSTEM)
Sistema de control de las actividades de los operadores del almacén, por lo cual se convierte en un complemento para el WMS. Una ventaja generada por su utilización es el aumento casi inmediato de la productividad del almacén casi al 100%, ya que se logra el mejoramiento del desempeño de los trabajadores y el aprovechamiento de los recursos en el almacén, a través del control y seguimiento sobre estos. La principal desventaja para que una empresa lo implemente como práctica para mejorar las operaciones del almacén, son las modificaciones necesarias a la estructura operacional y las altas inversiones que significan su puesta en marcha. Los sistemas LMS en su mayoría traen incluidas buenas prácticas para la realización de tareas en el almacén e indicadores para medir su rendimiento.
CÓDIGO DE BARRAS
Tecnología de codificación que permite capturar información relacionada con los números de identificación de artículos, unidades logísticas y localizaciones de manera automática e inequívoca en cualquier punto de la red de valor. Se alcanza una eficiencia considerable cuando se maneja un solo código del producto, a través de la cadena de suministro.
RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION)
Tecnología que usa ondas de radio para identificar productos de forma automática. Involucra el uso de etiquetas o tags que emiten señales de radio a los lectores encargados de recoger las señales. El RFID tiene gran potencial de uso, convirtiéndose en la base del EPC (Electronic Product Code) que es un estándar internacional de codificación, que identifica de manera única un producto a nivel mundial.
PICKING TO VOICE Y PICKING TO LIGHT
Sistemas de señalización sin papeles, que se basan en redes luminosas y sistemas de voz. El Pick to Light se compone de un conjunto de luces que indican al operario las ubicaciones y las cantidades a recoger de los productos y suelen tener conexión con el sistema de inventarios para que se actualice en tiempo real una vez realizada la operación. En el Pick to Voice, el operario del almacén lleva un equipo de comunicación que permite recibir y enviar mensajes acerca de las operaciones de recogida de productos a realizar.
YMS (YARD MANAGEMENT SYSTEM)
Sistema de administración de patios que permite controlar los muelles de recepción y despacho, y rastrear y seguir el movimiento de los trailers a través de tecnología de localización en tiempo real.

Fuente: Correa Espinal, Gómez Montoya, & Cano Arenas

Las TIC en la gestión de almacenes cubren diversas aplicaciones, las cuales se utilizan para la identificación y trazabilidad de productos.

1.2.5.5 Costos en almacén

Todo artículo y/o producto almacenado genera un coste dependiendo de su periodo de permanencia.

El coste de almacenamiento dependerá de gastos fijos; es decir, salarios del departamento de gestión de almacenes, seguros, suministros, maquinaria de transporte y manipulación como carretillas, el alquiler del almacén, etc.

Si los productos están correctamente distribuidos y has optimizado el espacio, no solo evitarás pérdidas y deterioros del producto, el gasto asociado a su conservación será menor, tal vez en vez de dos naves de almacén solo necesites una¹⁰.

1.2.6 Gestión por proceso

Gestionar por procesos es administrar los recursos de la Institución considerándola como una unidad en la que cada parte tiene su participación en el resultado final.

“La gestión de procesos es un enfoque de gestión estratégica que trata con las políticas, los métodos y las prácticas de gestión utilizadas para coordinar y gobernar los procesos de las empresas (Bruch y Bellgran, 2013). Debido a que los procesos existen tanto dentro de las organizaciones como a través de los límites de la organización, la administración de dichos procesos existe en el nivel interno de la empresa, es decir, el IPM y el nivel externo entre empresas, es decir, el EPM”. (Prajogo, Toy, Bhattacharya, Oke , & Cheng, 2018, pág. 96)

1.2.6.1 Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas, que se caracterizan por requerir ciertos insumos (inputs: productos o servicios obtenidos de otros proveedores) y actividades específicas que implican agregar valor, para obtener ciertos resultados (outputs)

Elementos del proceso

Los elementos que conforman un proceso son:

1. Inputs: recursos a transformar, materiales a procesar, personas a formar, informaciones a procesar, conocimientos a elaborar y sistematizar, etc.

2. Recursos o factores que transforman: actúan sobre los inputs a transformar. Aquí se distinguen dos tipos básicos:

- a) Factores dispositivos humanos: planifican, organizan, dirigen y controlan las operaciones.
- b) Factores de apoyo: infraestructura tecnológica como hardware, programas de software, computadoras, etc.

3. Flujo real de procesamiento o transformación: La transformación puede ser física (mecanizado, montaje etc.), de lugar (el output del transportista, el del correo, etc.), pero

¹⁰Anfix (2017): <https://blog.anfix.com/gestion-del-almacen/>

también puede modificarse una estructura jurídica de propiedad (en una transacción, escrituración, etc.).

4. Outputs: son básicamente de dos tipos:

a. Bienes: tangibles, almacenables, transportables. La producción se puede diferenciar de su consumo. Es posible además una evaluación de su grado de calidad de forma objetiva y referida al producto.

b. Servicios: intangibles, acción sobre el cliente. La producción y el consumo son simultáneos. Su calidad depende básicamente de la percepción del cliente. (Mallar, 2010, pág. 8)

1.2.6.2 Mapa de Proceso

El mapa de procesos une los procesos segmentados por cadena, jerarquía o versiones y los muestra en una visión de conjunto. Se incluyen las relaciones entre todos los procesos identificados en un cierto ámbito, ver Figura 11. (Mallar, 2010, pág. 12)

Figura 11. Mapa de procesos.

1. Procesos del Negocio:

Atienden directamente la misión del negocio y satisfacen necesidades concretas de los clientes. Por ejemplo, en una empresa de confección de indumentaria, algunos procesos del negocio serían:

- Satisfacer el pedido de un cliente: desde el contacto inicial hasta la entrega del producto, incluyendo compras de insumos, confección y cobranza.

- Diseño del producto: creación de modelos, preparación de matrices, etc.

Además, los Procesos del Negocio pueden clasificarse en:

- a) **Procesos Directivos o Estratégicos (de Management):** son aquellos a través de los cuales una empresa, o una dirección conjunta de una red, planifican, organizan, dirigen y controlan recursos. Proporcionan el direccionamiento a los demás procesos, es decir indican cómo estos se deben realizar para que se orienten a la misión y la visión de la empresa. (Mallar, 2010, pág. 11)
- b) **Procesos Operativos o Clave (Core Processes):** Son aquellos que impactan directamente sobre la satisfacción del cliente y cualquier otro aspecto de la misión de la organización. Normalmente constituyen la actividad primaria en la cadena de producción de valor (según el esquema de Porter). Son procesos operativos típicos los procesos de: venta, producción y servicio post-venta. (Mallar, 2010, pág. 11)

Por ejemplo, en las actividades destinadas a cumplir las exigencias de un pedido de fabricación, son vitales los estándares de tiempo/ciclo de operaciones o el tiempo total de obra en curso.

2. Procesos de Apoyo:

Son aquellos servicios internos necesarios para realizar los procesos del negocio.

También se los llama procesos secundarios. En el ejemplo anterior se tendría entre otros:

- Compra de artículos de oficina
- Pago de anticipos
- Pago de remuneraciones
- Pago de impuestos
- Mantenimiento de equipos

Los Procesos de Apoyo son procesos que no están ligados directamente a la misión de la organización, pero resultan necesarios para que los procesos operativos lleguen a buen fin. Se trata de actividades orientadas al cliente interno que sirven de infraestructura a los procesos clave de negocio. Como ejemplo podemos mencionar el proceso de capacitación del personal, o el de mantenimiento especializado de equipos de producción. (Mallar, 2010, pág. 12)

1.2.6.3 Procedimiento

Un procedimiento es una secuencia definida, paso a paso, de actividades o acciones (con puntos de inicio y fin definidos) que deben seguirse en un orden establecido para realizar correctamente una tarea. Los procedimientos repetitivos se denominan rutinas.

Un procedimiento escrito está compuesto por las siguientes partes:

- a) Propósito: Pequeña declaración de intenciones del documento.
- b) Alcance: Hasta que nivel es aplicable el procedimiento.
- c) Definiciones (o marco teórico): Listado de todos los conceptos claves mencionados en el documento. Esto es de vital importancia, debido a que será el marco teórico todo el texto del documento.
- d) Referencias: En esta sección se hace referencias con otros procedimientos de la empresa con los cuales tienen puntos en común
- e) Responsabilidades: Aquí se debe mencionar todos los actores involucrados y las responsabilidades de cada uno.
- f) Requerimientos: En esta parte se deben destacar todos los pasos y recursos requeridos para que la tarea se lleve a cabo.
- g) Anexos: Diagramas de flujos, formularios y todo lo relevante para la ejecución del procedimiento.

1.2.7 Pronóstico

Los pronósticos son técnicas que nos ayudan a una planeación de los recursos físicos dentro la empresa. Permiten tomar posibles decisiones orientas hacia el futuro, como menciona los siguientes autores.

“La utilización de sistemas de pronósticos en modelos de gestión de inventarios ha sido estudiada e implementada por varios expertos. Al respecto, Gutiérrez y Vidal (2008) mencionan que los sistemas tradicionales de control de inventarios utilizan técnicas como la suavización exponencial para pronosticar la demanda de productos de alta rotación”. (Contreras Juárez, Atziry Zuñiga, Martínez Flores, & Sánchez Partida, 2016)

1.2.7.1 Elección de pronóstico

Para determinar la eficiencia de cada pronóstico y para poder realizar una comparación entre cada uno es necesario determinar la precisión del pronóstico, la cual se mide con los errores del pronóstico, que se calculan como la diferencia entre el valor real y el valor observado. Las expresiones más comunes para calcular los errores del pronóstico son:

La MAD se define como el promedio de los errores absolutos sobre un número determinado de periodos, de la siguiente forma donde n es el número de periodos¹¹: ver Ecuación 9.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n}$$

Ecuación 7. MAD.

El ECM se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número determinado de periodos, así¹²: ver Ecuación 8.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}$$

Ecuación 8. ECM

La MAPE se define como el error absoluto porcentual de la media, es decir¹³: ver Ecuación 9.

$$MAPE = 100 \frac{\sum_{i=1}^n |real - pronostico| / real}{n}$$

Ecuación 9. MAPE

1.2.7.2 Modelos de pronósticos para series de tiempo

A continuación, se presenta una pequeña explicación de cada método: (Rodríguez Cortés, 2014)

¹¹ VIDAL Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. ed:Programa Editorial Universidad Del Valle, 2010

¹² VIDAL Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. ed:Programa Editorial Universidad Del Valle, 2010

¹³ VIDAL Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. ed:Programa Editorial Universidad Del Valle, 2010

- a) Promedio Móvil Simple: Este método el pronóstico es calculado a partir del promedio del conjunto de datos más recientes, de tal manera que cuando se agrega una nueva observación, se elimina la más antigua. Tiene la particularidad que usando el promedio de los datos se atenúan los valores muy altos o muy bajos de algunos periodos, ya que se promedian altos y bajos, y la sensibilidad se va actualizando con los valores más recientes (Ordorica Villalvazo, 2007). En la ecuación 10, T es el periodo actual a partir del cual se calcula el promedio (MT), devolviéndose N periodos hasta el período T – N + 1. (Pérez , Andrés Mosquera, & Bravo, 2012)

$$M_T = \frac{x_T + x_{T-1} + x_{T-2} + \dots + x_{T-N+1}}{N}$$

Ecuación 10. Promedio Móvil Simple.

- b) Suavización Exponencial Simple: A partir de la asignación de mayor peso de los datos más recientes, se hace una ponderación de los datos históricos, atenuando la serie de tiempo de manera exponencial En este caso el pronóstico depende directamente el pronóstico del periodo anterior más un Porcentaje aplicado a la diferencia entre el Pronóstico del periodo anterior y el Valor real de la demanda en ese periodo (Ordorica Villalvazo, 2007).

Ajusta los pesos de los datos pasados otorgando un valor α ($0 \leq \alpha \leq 1$) a la última demanda y ($1 - \alpha$) al pronóstico anterior con la Ecuación 11.

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha) S_{T-1}$$

Ecuación 11. Suavización Exponencial Simple

Dónde: T S = pronóstico al final del periodo T; ST-1 = pronóstico del periodo anterior; T x = demanda real; D = constante de suavización; T S (promedio de las observaciones anteriores), es igual a la estimación anterior ST-1, más D veces el error del pronóstico anterior, mientras que o S corresponde al promedio de los datos históricos sugeridos u utilizados. (Pérez Vergara, Cifuentes Laguna, Vásquez García, & Marcela Ocampo, 2013)

- c) Suavización Exponencial Ajustada a la Tendencia Método de Holt: Se utiliza cuando es una serie de datos con tendencia y se puede representar mediante la ecuación de una línea recta, para lo cual se calculan dos constantes de atenuación: la primera es una estimación del nivel de la serie y la segunda representa la estimación de la pendiente de la tendencia.

Uno de los pronósticos que será utilizado dentro de esta investigación será la técnica de suavización exponencial está basada en el análisis de los errores de los pronósticos (Snyder, 2002), en el que se asigna un mayor peso al último valor en la serie de tiempo y después, progresivamente, se asignan pesos más pequeños a los valores más antiguos.¹⁴ Como se muestra en la Ecuación 12.

$$\dot{X}_t = \dot{X}_{t-1} + (\alpha \cdot (X_{t-1} - \dot{X}_{t-1}))$$

Ecuación 12. Promedio de ventas.

La técnica de suavización exponencial ajustada usa valores recientes en la serie de tiempo para estimar cualquier tendencia ascendente o descendente (Snyder, 2002); adicionalmente, tiende a seguir un número considerable pero definido de periodos, en los que la tendencia se define como el cambio promedio del siguiente valor en una serie de tiempo. (Contreras Juárez, Atziray Zuñiga, Martínez Flores, & Sánchez Partida, 2016) Como se muestran en la Ecuación 13,14 y 15

$$\dot{X}_t = \hat{Z}_t + T_t.$$

Ecuación 13. Pronóstico del periodo t

$$\hat{Z}_t = \alpha (\dot{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha) (\hat{Z}_{t-1} + T_{t-1})]$$

Ecuación 14 Serie suavizada exponencialmente.

$$T_t = \beta (\hat{Z}_t - \hat{Z}_{t-1}) + [(1 - \beta) (T_{t-1})]$$

¹⁴ Cfr. Contreras Juárez, Atziray Zuñiga, Martínez Flores, & Sánchez Partida, 2016): 390

Ecuación 15. Estimado de la tendencia

Donde $\hat{x}_t$ es el pronóstico del periodo t ; $\hat{x}_{t-1}$ es el pronóstico del periodo $t-1$; $\hat{z}_t$ es la suavización exponencial del periodo t ; $\hat{z}_{t-1}$ es la suavización exponencial del periodo $t-1$; T_t corresponde a la tendencia del periodo t ; T_{t-1} corresponde a la tendencia del periodo $t-1$; α es el coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0), y β es el coeficiente de suavización para la tendencia (entre 0,0 y 1,0).

- d) Método de Winters: Este método es aplicable cuando la serie de tiempo presenta tanto tendencia como estacionalidad. Por lo tanto, el modelado matemático de esta incluye la estimación del nivel, la tendencia y la estacionalidad. Con este método también se ponderan en mayor proporción los datos más recientes (Lugo, 2012).

$$\begin{aligned} A_t &= \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ S_t &= \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L} \\ \hat{Y}_{t+p} &= (A_t + pT_t)S_{t-L+p} \end{aligned}$$

Ecuación 16. Método de Winters.

Donde:

A_t : nuevo valor atenuado

α : constante de atenuación de los datos ($0 < \alpha < 1$)

Y_t : nueva observación o valor real de la serie en el periodo t ($0 < \beta < 1$)

β : constante de atenuación de la estimación de la tendencia

T_t : estimación de la tendencia

γ : constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad ($0 < \gamma < 1$)

S_t : estimación de la estacionalidad

L : longitud de la estacionalidad

p : periodos a pronosticar en el futuro

$\hat{Y}_{t+p}$: pronóstico de p periodos en el futuro

1.2.8 Herramientas para diagnostico

1.2.8.1 Diagrama de flujo de proceso

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo flujo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso¹⁵.

Los principales símbolos utilizados en los flujogramas se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Símbolos utilizados en la construcción de flujogramas.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo. Está reservado a la primera y última actividad. Un proceso puede tener varios inicios y varios finales.
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea. Debe incluir siempre un verbo de acción. Las cajas se pueden numerar.
	Rombo	Se utiliza cuando se debe tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta.
	Flecha	Se utiliza para unir el resto de símbolos entre sí.
	Símbolos de entrada y salida	Sirven para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso o para recoger salidas generadas durante su desarrollo.
	Conectores	Representan conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos.

Fuente: Guía metodológica para la elaboración de un flujograma.

¹⁵ Ateico
<https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

1.2.8.2 Análisis de causa raíz

El análisis de causa raíz (ACR) se utiliza para investigar cuáles son las causas que han originado un determinado problema o incidencia (ej: no conformidades). Determinar bien las causas raíz de una incidencia es imprescindible para poder definir acciones correctivas apropiadas que la solventen y que eviten la repetición del problema en el futuro¹⁶.

Como se ve en el árbol de fallas, un efecto puede llegar a tener más de una causa; de este modo, el análisis se convierte en un árbol lógico de fallas. El análisis Causa-Efecto consta de los siguientes elementos, un ejemplo se puede ver en la Figura 12.

Figura 12. Diagrama del árbol.

Fuente: Metodología de análisis causa raíz.

1.2.8.3 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales), y las que lo son menos (los muchos y triviales)¹⁷.

¿Cómo se hace un diagrama de Pareto?

a) Seleccionar los aspectos que se van a analizar. ¿Cuál es el problema y las causas que se van a tratar?

¹⁶ Metodología para investigar y resolver incidencias (2015): <https://www.pdcahome.com/7642/analisis-de-causa-raiz-metodologia-para-investigar-y-resolver-incidencias/>

¹⁷ Ateico: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

- b) Seleccionar la unidad de medida para el análisis: la cantidad de ocurrencias, los costos u otra medida de influencia.
- c) Seleccionar el período de tiempo para el análisis de los datos, por ejemplo: un ciclo de trabajo, un día completo, una semana, etc.
- d) Relacionar los aspectos de izquierda a derecha en el eje horizontal en el orden de magnitud decreciente de la unidad de medida. Las categorías que contienen la menor cantidad de aspectos pueden combinarse en “otra” categoría, la cual se debe colocar en la extrema derecha).
- e) Encima de cada aspecto, se dibuja un rectángulo cuya altura represente la magnitud de la unidad de medida para cada aspecto.
- f) Construir la línea de frecuencia acumulativa sumando las magnitudes de cada aspecto de izquierda a derecha.
- g) Utilizar el Diagrama de Pareto para identificar los aspectos más importantes para el mejoramiento de la calidad.

Ejemplo de elaboración.

Vamos a asumir que queremos desarrollar un diagrama de Pareto para tratar de encontrar cuál es la causa raíz más importante, de una serie de causas identificadas de un problema determinado.

Por tanto, lo primero que tenemos que hacer es una tabla con esas causas, donde registremos la frecuencia con la que ocurren esas causas:

Causas	Frecuencia
Causa 1	26
Causa 2	20
Causa 3	16
Causa 4	9
Causa 5	4
Causa 6	3
Causa 7	3
Causa 8	2
Causa 9	2
Causa 10	1
TOTAL	86

Fuente: Lean manufacturing 10.

Después Añadimos otras dos columnas donde introducimos el porcentaje individual y el porcentaje acumulado de cada una de las causas:

Causas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Causa 1	26	30%	30%
Causa 2	20	23%	53%
Causa 3	16	19%	72%
Causa 4	9	10%	83%
Causa 5	4	5%	87%
Causa 6	3	3%	91%
Causa 7	3	3%	94%
Causa 8	2	2%	97%
Causa 9	2	2%	99%
Causa 10	1	1%	100%
TOTAL	86	100%	

Fuente: Lean manufacturing 10.

Una vez tenemos esta tabla, nos vamos a enfocar en dos columnas principalmente para la construcción del diagrama de Pareto: la columna de porcentaje individual y la columna de porcentaje acumulado.

Vamos a hacer la construcción del diagrama.

Fuente: Lean manufacturing 10.

En el eje x, colocaremos las causas ordenadas de mayor a menor y vez de trazar solamente un eje “y”, vamos a trazar 2 ejes “y”: el izquierdo o eje principal, para medir la el porcentaje

individual y el derecho o eje secundario para medir el porcentaje acumulado. Cada eje queda graduado en función a sus datos.

1.3 Casos de éxito.

1.3.1 Primer caso

“Optimización del inventario con una perspectiva integrada, stock de seguridad. Caso de éxito de Myta”

MYTA forma parte del Grupo industrial y minero SAMCA, con fuerte implantación en España e internacional y ventas en todos los continentes. MYTA es una empresa líder en la explotación de arcillas absorbentes y fabricación de productos específicos diseñados para el Cuidado de Mascotas. MYTA posee minas propias de arcillas absorbentes, sepiolita, atapulgita y bentonita, que aseguran la calidad y el servicio de su fabricación. Para transformar estos minerales, MYTA posee dos modernas fábricas equipadas con la última tecnología que ofrecen todo tipo de posibilidades.

a) Descripción de problema

La planificación de la producción tiene un gran impacto en el inventario, en particular ante una demanda incierta y capacidad limitada de los procesos productivos. Un plan de producción que no se adapte a la demanda real lleva a situaciones de exceso de inventario para unos productos, y rotura de stock para otros, como sucede a esta empresa.

El proyecto que se desarrolló en colaboración con ITAINNOVA persigue diseñar un plan de fabricación que permita tener una mejor composición del stock en los almacenes. Además, este plan ha de adaptarse dinámicamente a la demanda, estacional y cada vez más volátil y al nivel de servicio exigido por sus clientes de Retail, teniendo en cuenta las particularidades de sus procesos productivos y de almacenaje.

b) Aplicación de herramienta.

En este proceso, se aplican un conjunto de tecnologías como el análisis estadístico, la simulación y la optimización incluidas en torno a tres módulos principales: previsión de la demanda, modelado de la función de inventario y planificación del aprovisionamiento, como se puede observar en la Figura 13.

Figura 13. Modelo de éxito- empresa Myta.

1.3.2 Segundo caso

“Modelo y procedimiento para la toma de decisiones de inversión sobre el equipamiento productivo en empresas manufactureras cubanas”

El procedimiento general fue aplicado en una **Fábrica de Baterías Intercambiadoras de Calor**, esta fábrica produce dichas baterías de tubos de cobre y aletas de aluminio, contando para ello con siete equipos de tecnología THERMOKEY (Italia)

a) Descripción del Problema.

Debilidad en los procedimientos y métodos clásicos para abordar de forma integral el proceso de inversión sobre el equipamiento productivo, así como la falta de adecuación de los mismos a las necesidades actuales de las empresas manufactureras ya que no consideran un enfoque multicriterio en cada una de dichas etapas.

b) Aplicación de método.

En esta etapa se establecerá, a partir de cuatro pasos, un orden de prioridad para el equipamiento productivo, utilizándose para ello el Análisis ABC Multicriterio (Gomes/Ferreira 1995). Los equipos ubicados en la clase A tendrán máxima prioridad.

- Definición de los atributos para la clasificación [Paso 1]
- Cálculo de los índices de funcionamiento y estado de los equipos [Paso 2]
- Determinación de la tabla de información original [Paso 3]
- Cálculo de la calidad de la clasificación [Paso 4]

c) Resultado generado

En el caso de la Fábrica de Baterías Intercambiadoras de Calor al analizar las dos alternativas de inversión para el equipo Expandidor Portátil si se hubiera hecho a través de los métodos tradicionales (sin considerar el enfoque multicriterio) se seleccionaría la alternativa GBS 02 por tener menor Costo Anual. Sin embargo, al considerar, según el procedimiento propuesto, los criterios de Funcionalidad e Impacto Ambiental, además del Costo Anual se selecciona como la mejor alternativa la ET-21T en lugar de la GBS 02.

1.3.3 Tercer caso

“Reorganización de una empresa de instalaciones y mantenimiento”

La empresa del caso que vamos a describir es de origen familiar, trabaja en el sector de la ejecución y mantenimiento de instalaciones de seguridad electrónica. La empresa da el servicio a distintos segmentos del mercado, por lo que trabajaba con la Administración Pública, así como con empresas privadas y particulares.

a) Descripción del problema

Había excedentes de stocks obsoletos en el almacén porque no se gestionaban los pedidos de compra ni los sobrantes de obras, además de que tampoco disponían de un portfolio de producto común para toda la compañía, por lo que cada técnico pedía unas marcas según sus preferencias o exigencias del cliente. Esto a la larga provocaba una sobrecarga del trabajo del almacén para dar de alta nuevos productos

b) Aplicación de la propuesta.

- Se puso en marcha una metodología de equipos de trabajo con personal propio y subcontratado para dimensionar el personal de trabajo necesario cada año y así adaptarse a la estacionalidad de la actividad.
- Parametrización de una herramienta para planificar el trabajo de los técnicos y así redundar en una bajada de horas extra de cada mes.
- Con el objetivo de reducir las roturas de stock y evitar la improductividad de los técnicos, se definieron los stocks de seguridad y los puntos de pedido del almacén.
- Creación de un control de los sobrantes de las obras.
- Para reducir las referencias del almacén y el stock inmovilizado, se desarrolló un portfolio con productos para las instalaciones.
- Se hizo un ranking con las subcontratas, en las que se valoró la satisfacción del cliente, sus precios y su calidad y se penalizó a las peor valoradas.
- Para poder medir la productividad del personal y del trabajo subcontratado, se estandarizaron los trabajos a realizar, obteniendo las siguientes mejoras; reducción de horas extra, fijación de precios y control de productividad para las subcontratas,

montaje de un call – center para resolver incidencias y ejecución de un panel de proveedores para monitorizar el riesgo de cada uno.

c) Resultados generados

Aquí se muestra un resumen de los impactos económicos de las mejoras tras los servicios de Improven. Todas las tareas llevadas a cabo permitieron a la compañía identificar y corregir sus problemas internos para enfrentarse al futuro con más garantías de éxito que en su etapa anterior, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Cambios de procesos

Fuente: Improven.

1.3.4 Cuarto caso

“Modelo integrado de clasificación ABC multicriterio, aplicado en el área de picking de un centro de distribución de repuestos”.

a) Descripción del problema

La empresa del sector objeto de estudio para realizar la propuesta de mejora, es una empresa dedicada a la importación y comercialización de repuestos de vehículos automotores (de las marcas y modelos de vehículos más comercializados en Colombia) con 46 años de experiencia en el mercado. En vista de que la empresa comercializadora requiere garantizar un mejor nivel de servicio de cliente, a través de un mejor nivel de inventario, se debe identificar cuáles son los procesos que no generan valor y perjudican el servicio de entrega. También es importante tener en cuenta las políticas establecidas por la empresa que tiene como premisa de entrega de mercancía, dentro de las primeras 24 horas, una vez el pedido haya sido facturado. Actualmente la empresa realiza la programación del inventario de productos bajo una clasificación ABC tradicional, basados en el criterio de la rotación de estos en los últimos seis meses o con los

productos de mayor facturación. Estos criterios de selección del nivel de inventario son insuficientes para poder determinar los niveles de ellos, aún más cuando la decisión depende de experiencias del funcionario en turno. En el centro distribución se presentan en forma reiterativa los siguientes problemas que afectan su a cadena de abastecimiento:

- Repuestos agotados: Las fábricas presentan periodos de tiempo muy grandes en los que los productos no están disponibles.
- Tiempos de reposición muy amplios: con un tiempo promedio de 30 días, pero con mucha variabilidad debido a problemas en la capacidad de despacho y transporte.
- Inconsistencia entre el inventario físico y el reportado en sistema, lo que genera faltantes en las entregan.
- Sobre stock: generado por problemas de inventarios que se ven evidenciados en el producto no conforme de la empresa, además del costo financiero que acarrea tener inventarios tan altos en la compañía.

b) Resultados del modelo

El objetivo de realizar la clasificación ABC del inventario por las cuatro técnicas expuestas y clasificar los diferentes ítems teniendo en cuenta los resultados de cada metodología, son resumidos en la Tabla 7.

Tabla 7.Resultados clasificación ABC Multicriterio.

	TRADICIONA L	FLORE S	PARTOV I Y BURTON	WAN LUNG
GRUPO DE INVENTARI O	Nº SKU	Nº SKU	Nº SKU	Nº SKU
A	209	243	208	459
B	846	287	507	959
C	3081	3606	3421	2718

Fuente: Los autores.

Para esto, se inicia analizando cuantos, de los ítems evaluados, clasificaron al menos entre cuatro y tres de los métodos planteados dentro de cada categoría. Como se puede observar 125 de los ítems, los cuales representan el 3% del total, clasificaron como categoría A por los cuatro o tres métodos estudiados. Un 6% (247 ítems) se agruparon como categoría B por cuatro o tres métodos y finalmente bajo este mismo criterio el 76% de los sku's (3.144 referencias) clasificaron como tipo C. En la Tabla 13, se agrupan el número de sku's que clasificaron en dos métodos, bajo la misma categoría. Para reclasificar estos sku's, se aplica la metodología de Flores. Como se puede observar 113 de los ítems, los cuales representan el 3% del total, clasificaron como categoría A por dos métodos y por los otros dos como B. Un 5% (221 ítems) se agruparon como categoría B por dos métodos y por los otros dos por C, y finalmente bajo este mismo criterio el 1% de los sku's (47 referencias) clasificaron como tipo C por un lado y por el otro como A, para estos ítems se aplica el método de Flores y al final se obtiene la siguiente reclasificación: • Los agrupados como AB pasan como categoría tipo A. • Los agrupados como CA pasan como categoría tipo B. • Los agrupados como BC pasan como categoría tipo C. Una vez que se han clasificado los ítems teniendo en cuenta estos juicios, se obtiene la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación ABC basada en los cuatro

Nº	SKU	CLASIFICACIÓN
2	11T0754534	A
82	11L0202845	
86	11S0624278	
87	11S0624277	
88	11A0990494	
...	...	
1	11D0751663	B
3	11L0270001	
4	11D0751667	
5	11D0751664	
...	...	
4130	1172C129133 9	C
4131	1172A005008 6	
4132	1172R019402 9	
4133	1172B049082 3	
---	---	

Fuente: Los autores.

El impacto económico se está reflejando a través del cumplimiento del despacho de los pedidos desde el centro de distribución; según la propuesta desarrollada, el promedio actual de 86 pedidos se cumpliría en su totalidad según la capacidad instalada del grupo de trabajo que se tiene, y se podría aumentar hasta un promedio de 108 pedidos despachados.¹⁸

1.3.5 Quinto caso

“Diseño del sistema de inventarios, para la buena administración de la empresa comercializadora, frenos y radiadores Kennedy”

a) Descripción problema

La falta de un sistema de inventario provoca que haya pérdidas en unidades de producto, puesto que no se tiene el control respectivo sobre la cantidad de mercancía con la que cuenta la empresa y en qué lugar se encuentra dentro del área para el almacenamiento, induciendo al cliente a sentir que la atención no ha sido la mejor, debido a esto el comprador del producto puede inclinarse por conseguir lo que necesita en otro almacén, producto de esto, la utilidad en el negocio se verá seriamente afectada. Al no haber una claridad exacta de la cantidad de productos que se encuentran en el área de almacenamiento, podía haber perdidas involuntarias de mercancías; sin una planeación adecuada del inventario se podrían agotar las existencias de un producto útil para el funcionamiento del negocio, además de nuevas e innecesarias inversiones en conseguir de nuevo los productos sin un tiempo prudente de pedido. Formulación: Mediante la implementación del sistema de inventarios más adecuado ¿se podrían controlar los productos que compramos y vendemos, para generar una mejor utilidad? (Lemus Romero & Forero Gil)

b) Aplicación del modelo

El modelo EOQ básico o modelo de Harris –Wilson

Bajo la hipótesis que el autor plantea, (...) lo que resulta más económico es organizar los pedidos de manera que se produzca la entrada de un lote al sistema en el momento en que el nivel de stock sea nulo; por tanto, las órdenes de emisión de los pedidos se han de realizar en instantes en que el nivel de stock sea el mínimo imprescindible para satisfacer la demanda

¹⁸ Arboleda 2016: 31 (MODELO INTEGRADO DE CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITÉRIO)

durante el período de entrega. Punto de pedido S ha de ser como se muestra en la Ecuación 17. (Lemus Romero & Forero Gil)

$$S = D * L$$

Ecuación 17. Punto de entrega de pedido.

En esta ecuación el autor hace mención de la demanda (D) y el periodo de entrega (L) para hallar el punto de entrega de pedido de las órdenes de compra y mantener los niveles de stock deseables para la empresa.

Además, todos los lotes han de tener el mismo tamaño, dado que los parámetros del 4 modelo se mantienen constantes a lo largo del tiempo, y que el horizonte es ilimitado. Si cada pedido es de un volumen igual a Q, para satisfacer la demanda anual D habrá que ordenar D/Q pedidos/año (frecuencia de reaprovisionamiento N); la inversa de este valor representará el tiempo que transcurre entre dos entradas consecutivas al sistema (tiempo de ciclo de aprovisionamiento TC). (Lemus Romero & Forero Gil)

El resultado para esta empresa excelente porque le permitió reducir costos, eliminar tiempos innecesarios dentro de sus procesos y sobre todo cuanto pedir mejor su lote de compras.

c) Control de inventarios por el método ABC

El autor menciona que (Lemus Romero & Forero Gil) Hasta el momento hemos puesto de manifiesto la necesidad de LA EMPRESA COMERCIALIZADORA EXOSTOS, FRENOS Y RADIADORES KENNEDY lleve algún tipo de control de sus inventarios. Pero un control riguroso de todas las existencias de almacén sería antieconómico para éstas, por lo que es necesario determinar qué control requiere cada una de ellas. En los almacenes de cualquier empresa, sea cual sea su actividad, es muy frecuente encontrar un número bastante elevado de artículos distintos con características diferentes. De todas estas 5 características, la clasificación de los stocks por su valor monetario, permitirá determinar la rigurosidad adecuada, que se empleará sobre el control de cada tipo de existencias. Los artículos existentes en un almacén pueden representar distinto valor debido a su precio de compra o fabricación, o bien por la cantidad utilizada de dicho producto, o por la utilidad que representa para el funcionamiento de la empresa.

1.4 Marco legal.

1.4.1 LEY N° 29571

La empresa metalmecánica cumple la ley N° 29571, dentro del capítulo 2 en el artículo 8 el área de ventas elabora un informe técnico de cada producto donde se detalla el estado actual del producto que ingresa a las instalaciones cumpliendo el Capítulo II - Información a los consumidores

“Artículo 8°.- Información sobre productos manufacturados Toda información sobre productos de manufactura nacional proporcionada a los consumidores debe efectuarse en términos comprensibles en idioma castellano y de conformidad con el Sistema Legal de Unidades de Medida. Tratándose de productos de manufactura extranjera, debe brindarse en idioma castellano la información relacionada con los ingredientes, los componentes, las condiciones de las garantías, los manuales de uso, las advertencias y los riesgos previsibles, así como los cuidados a seguir en caso de que se produzca un daño.”

La empresa metalmecánica cuenta con profesionales altamente calificados, para realizar reparaciones y mantenimientos de los intercambiadores de calor primerio inician con una inspección y evaluación técnica detallada que permite identificar claramente las causas que provocaron la falla prematura en el equipo y ejecutan las acciones correctivas para la restauración de la condición operativa inicial, cumpliendo el Artículo 23° de la ley N° 29571

Artículo 23°.- Servicios de reparación

23.1 El prestador de servicios de reparación está obligado a brindar el servicio diligentemente, y en caso de que sea necesaria la sustitución de componentes, a emplear componentes o repuestos nuevos y apropiados al producto de que se trate, salvo que, en cuanto a esto último, el consumidor autorice expresamente y por escrito lo contrario. El prestador de servicios de reparación está obligado a dejar constancia escrita del estado del producto cuando lo reciba en reparación, indicando el defecto visible u otro encontrado en el producto, así como de su estado al momento de su devolución al consumidor. El consumidor puede dejar en dicho documento cualquier observación o comentario que considere pertinente respecto de lo anterior. El prestador del servicio debe entregar copia de dicha constancia al consumidor.

23.2 Cuando un producto objeto de reparación presente defectos relacionados con el servicio realizado y éstos sean imputables a quien prestó el servicio, el consumidor tiene derecho, dentro

de los treinta (30) días contados a partir de la recepción del producto, a que se le repare nuevamente sin costo adicional.

23.3 Cuando por deficiencia del servicio que otorgue el prestador, el producto objeto de reparación, limpieza, mantenimiento u otro similar se pierde o sufre menoscabo, deterioro o modificación que disminuya su valor o lo haga total o parcialmente inapropiado para el uso normal al que está destinado o lo convierta en peligroso, el prestador del servicio debe indemnizar al consumidor por los daños y perjuicios ocasionados.

23.4 El incumplimiento de la obligación a que se refiere el párrafo 23.1 da lugar a la obligación del prestador del servicio de sustituir, sin cargo alguno, los componentes o repuestos de que se trate.

1.4.2 Decreto supremo N° 024-2016

Uno de los importantes productos de la empresa es el radiador Mesabi, este intercambiador de calor es usado por camiones de minera, en los modelos 930E-4SE, 730E, PC 4000, entre otros, ya que la principal función de un radiador es mantener el motor del vehículo a temperatura adecuada. Las empresas que realizan el mantenimiento deben garantizar que estos tipos de vehículo se encuentren en buen funcionamiento, en este caso el radiador Mesabi (minería) ya que ante cualquier problema generaría altos costos y reproceso de la empresa que realizó el servicio. Por otro lado, la empresa minera que solicita los servicios de un tercero para el mantenimiento de sus maquinarias pesadas deben estar alineadas bajo el: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM CAPÍTULO V MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS, en el artículo siguiente:

“Artículo 374.- La instalación, operación y mantenimiento de equipos mecánicos fijos y móviles deberá hacerse de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, con especial atención a su programa de mantenimiento, descarga de gases contaminantes, calidad de repuestos y lubricación. El trabajador que opera los equipos debe ser seleccionado, capacitado y autorizado por el titular de actividad minera.”

En el artículo mencionado por el decreto, menciona la importancia de la seguridad y la prevención que las máquinas deben estar en óptimas condiciones para realizar los trabajos dentro la minería. Por ello, la empresa en estudio debe garantizar el óptimo funcionamiento de los intercambiadores de calor, es importante mencionar que la empresa en estudio es un proveedor de este servicio. Bajo el supuesto que existiera falla posterior al mantenimiento del servicio técnico, se realiza la visita técnica para la corrección de la falla o de ser necesario

realizar un nuevo servicio de mantenimiento técnico, estos son acuerdos que deben tener entre las empresas mineras y sus proveedores.

1.4.3 Norma ISO 9001:2015

La empresa en estudio cuenta con la Norma ISO 9001:2015, en la línea de radiador Mesabi, se extrajo un punto de la norma directamente relacionado a los requisitos del cliente y del producto del cliente externo.

La organización debe determinar: Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma; los requisitos no establecidos por el cliente, pero necesarios para el uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido; los requisitos legales y reglamentarios aplicables al producto; y cualquier requisito adicional que la organización considere necesario.

“Se utiliza la definición según la norma ISO 9001:2008 que plantea que se deben realizar auditorías internas por personas ajenas a un proceso en específico con una frecuencia definida y teniendo en cuenta resultados de auditorías previas, siendo responsabilidad del área o proceso auditado la aplicación de acciones correctivas para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas; en las auditorías externas el proceso es similar”. (Lopes Martínez & Gómez Acosta, Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas, 2013).

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de la empresa.

Radiadores Arnao Industrial S.A.C. es una empresa familiar fundada en Breña- Lima, en el año 1978, desde entonces brinda servicios técnicos de radiadores de automóviles; con el transcurso de los años el mercado del servicio técnico de mantenimiento de radiadores ha ido creciendo, los clientes solicitan diversos productos o servicios, exigiendo calidad y cumplimiento de entrega, las empresas competidoras también han crecido y a la vez se han formado nuevas empresas para abastecer el mercado.

Debido al crecimiento del mercado la empresa en estudio ha tenido que contratar mayor cantidad de personal técnico y administrativo, a fin de abastecer los requerimientos del mercado y cumplir con las exigencias de los clientes en calidad y tiempo de entrega. Sin embargo, contratar personal no basta para atender un mercado y a un cliente exigente, se requiere de mayor agilidad interna de capacidad de atención y respuesta, para poner en marcha un servicio técnico o la fabricación de un producto.

Actualmente la empresa, fabrica intercambiadores de calor y brinda el servicio técnico de los mismos, enfocados en cubrir los mercados mostrados en la Tabla 9:

Tabla 9.Mercados objetivos

Mercado	Servicio
Minería	Reparación y servicio técnico de radiadores.
Pesca	Fabricación, reparación y servicio técnico de intercambiadores de calor
Energía	Fabricación radiadores para agua de 2 y 4 cuerpos.
Automotriz	Fabricación, reparación y servicio técnico o con radiadores de agua y aire (intercooler/ aftercooler).
Centrales hidroeléctricas	Fabricación, reparación y servicio técnico de enfriadores de aceite, combustible y agua.
Mesabi	Reparación y servicio técnico de radiadores.
Fuente: La empresa - Elaboración propia.	

Es importante conocer la situación actual de los mercados al cual la empresa es uno de sus proveedores, en los últimos 6 años las inversiones provenientes del extranjero, así como del gobierno hicieron posible el crecimiento económico en los diferentes sectores del territorio peruano, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. PBI por sector económico.

PERÚ: PBI POR SECTOR ECONÓMICO, 2012-2018
(Variación porcentual)

SECTOR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Junio 2018	Ene- Jun 2018
PBI Total	6,0	5,8	2,4	3,3	4,0	2,5	2,0	4,3
Agropecuario	5,9	2,7	1,6	3,5	2,7	2,6	3,7	8,4
Pesca	-32,2	24,8	-27,9	15,9	-10,1	4,7	-7,9	20,4
Minería	2,8	4,9	-0,9	9,5	16,3	3,2	-4,6	-0,1
Manufactura	1,5	5,0	-3,6	-1,5	-1,4	-0,2	1,5	5,7
Electricidad	5,8	5,4	4,9	5,9	7,3	1,1	3,9	3,3
Construcción	15,8	9,0	1,9	-5,8	-3,1	2,2	2,2	6,1
Comercio	7,2	5,9	4,4	3,9	1,8	1,0	1,6	3,0
Telecomunicaciones	12,2	8,7	8,6	9,3	8,1	8,0	4,8	5,0

No primaria = 3,8
Primaria = 10,7

Fuente: INEI – BCRP

El Banco Central de Reserva (BCR) presentó en la víspera su reporte trimestral de Inflación (setiembre 2018) y mantuvo su proyección de crecimiento de la economía peruana para este año en 4%, sin embargo, ajustó la mayor parte de sus estimaciones. La tasa de crecimiento de 4% del Producto Bruto Interno (PBI) para el 2018 sería impulsada por los sectores Pesca (20.4%), Construcción (6.1%), Agropecuario (8.4%) y Manufactura (5.7%), según el último informe hasta de junio del 2018.

2.2 Situación actual

La empresa metalmecánica ha trabajado durante 38 años en la fabricación y reparación de intercambiadores de calor, para el caso de reparaciones se conoce como servicio técnico; para cualquiera de los casos se procede a ejecutar el servicio o fabricación a solicitud del cliente. Realizar un servicio técnico requiere de profesionalismo y garantía, Radiadores Arnao Industrial SAC ha destacado por ofrecer un servicio de fabricación y reparación de radiadores industriales como cualquier intercambiador de calor, trabajos que son realizados con la finalidad de evitar que los clientes detengan sus procesos productivos.

La permanencia en el mercado de la empresa en estudio no es casualidad, sino es el resultado del profesionalismo con el que trabaja el equipo de trabajo, debido a que además de fabricar radiadores industriales se puede encargar de adaptar los productos a necesidades específicas.

En la actualidad la empresa en estudio tiene como principales clientes a las empresas mineras, industriales, pesqueras y entre otras empresas descritas en la Tabla 8, dentro de este rubro los

existen muchas empresas que son competencia directa de Radiadores Arnao Industrial. Estas empresas están en la lucha por conseguir más clientes y ganar posición en el sector.

Se muestra a continuación las empresas proveedoras y el sector donde requieren sus productos y servicios de intercambiadores de calor, los mismos a los que está dirigida la empresa en estudio, como se mencionó anteriormente es importante mencionar que solo se mencionara algunos proveedores; asimismo la relación mostrada no está por un orden de ranking, ni toma en cuenta volúmenes de venta o servicio, ver Tabla 11

Tabla 11. Proveedores de Intercambiadores de calor.

Empresa	Línea de productos	Sector	Tipo
Radiadores Industriales Soto E.I.R.L	Radiadores	Industrial y Automotriz	Fabricación y Servicio Técnico
	Enfriadores de Aceite	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
	Evaporadores	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
	Condensadores	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
	Radiadores Mesabi	Minería	Servicio técnico
	Interccoler	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
Radiadores Fortaleza	Radiador Mesabi	Minería	Servicio técnico
	Radiador y Enfriador	Automotriz	Fabricación y Servicio Técnico
	Aftercooler	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
	Radiadores y Enfriadores	Pesquero	Fabricación y Servicio Técnico

	Radiadores y Enfriadores	Petrolero	Fabricación y Servicio Técnico
Rintusac	Radiador Mesabi	Minería	Servicio técnico
	Radiadores	Automotriz	Fabricación y Servicio Técnico
	Todo tipo de intercambiadores	Industrial	Fabricación y Servicio Técnico
	Radiadores y Enfriadores	Pesquero	Fabricación y Servicio Técnico
	Enfriadores	Petrolero	Fabricación y Servicio Técnico

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Nivel de ventas

Los ingresos de la empresa está compuesta por tres unidades de negocio, en primer lugar se encuentra el servicio técnico de intercambiadores de calor que está dirigido a los mercados mencionados en la Tabla 8, la segunda unidad de negocio es la fabricación de intercambiador de calor a pedido del cliente y por último pero no menos importante el servicio básico a los clientes de vehículos particulares; como se puede observar en la Figura 16 se muestra la variación semestral de los ingresos el 2015 hasta el 2017

Figura 16.Ingresos del año 2015,2016 y 2017.

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

De la gráfica mostrada anteriormente se puede notar que la unidad de negocio de servicio técnico aportó en la mayor cantidad de ingresos teniendo el 71.61% de aporte hasta el mes de diciembre del año 2017, cálculo hallado entre la unidad de negocio y los ingresos totales (enero 2015 – diciembre 2017).

2.2.2 Líneas de producto

La empresa metalmeccánica cuenta con diferentes líneas de producto que aportan a los ingresos de la empresa mediante las unidades de negocio ya sea para fabricación o servicio técnico de intercambiadores de calor, de acuerdo a la necesidad del cliente. Para mejor comprensión se clasifica las líneas de productos, se observa en la Tabla 12, para:

- Servicio técnico, y/o
- Fabricación.

Tabla 12. Líneas de producto

PRODUCTO	SECTOR	CLASIFICACION
Enfriadores	Industrial	Fabricación y/o Servicio Técnico
Intercoolers	Industrial	Fabricación y/o Servicio Técnico
Aftercoolers	Industrial	Fabricación y/o Servicio Técnico
Condensadores	Industrial	Fabricación y/o Servicio Técnico
Calentadores y precalentadores	Industrial	Fabricación y/o Servicio Técnico
Radiadores	Minería y automotriz	Fabricación y/o Servicio Técnico
Radiador Mesabi	Minería	Servicio Técnico

Fuente: La empresa- Elaboración Propia.

De las líneas de producto de la empresa cada uno apporto una determinada cantidad en los ingresos del año 2016 y se clasificó los productos por el porcentaje participación de ingresos por venta en cada área siendo ese año el más reciente en la actualidad.

Dentro del área de fabricación se realizaron 139 fabricaciones en el año 2017 de acuerdo a las especificaciones del cliente, se registraron la cantidad de fabricaciones por producto, como los ingresos y el porcentaje de participación, para realizar la clasificación se realizará en base a la Tabla 13., y los registros se puede observar en la Tabla 14.

Tabla 13. Clasificación para el área de fabricación por ingreso

% de Participación	Clasificación	Criterio
25% - 100%	A	Alto
0%- 24.9%	B	Bajo

Tabla 14. Ingresos por producto del área de fabricación

Tipo / Fabricación 2017	Unidades		Ingresos		Clasificación
	Cantidad	% de Participación	Soles	% de Participación	
RADIADOR DE AGUA	56	40%	S/. 222,968.00	31%	A
RADIADOR DE ACEITE	24	17%	S/. 217,310.00	30%	
CONDENSADOR	8	6%	S/. 20,714.00	3%	B
AFTERCOOLER	11	8%	S/. 49,417.00	7%	
OTROS	40	29%	S/. 213,259.00	30%	
Total	139	100%	S/. 715,474.00	100%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

Dentro del área de fabricación se puede obtener de la Tabla 14 mostrada anteriormente que los radiadores de agua y aceite son los principales productos con mayor porcentaje de participación en soles de 31% y 30% respectivamente con una clasificación de A, es decir un nivel alto de ingreso.

Por otro lado, dentro del área de servicio técnico se realizaron 295 servicios en el año 2017 de acuerdo a los resultados de la evaluación del intercambiador de calor, los ingresos y el porcentaje de participación por cada producto se muestran en la Tabla 16, donde el criterio para la clasificación, se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Clasificación para el área de servicio técnico por ingreso

% de Participación	Clasificación	Criterio
25% - 100%	A	Alto
0%- 24.9%	B	Bajo

Tabla 16.Ingreso por producto del área de servicio técnico.

Tipo / Servicio técnico 2017	Unidades		Ingresos		Clasificación
	Cantidad	% de Participación	Soles	% de Participación	
RADIADOR MESABI	20	7%	S/. 1,175,921.00	47%	A
RADIADOR DE AGUA	57	19%	S/. 720,380.00	29%	
ENFRIADOR DE ACEITE	34	12%	S/. 42,023.00	2%	B
AFTERCOOLER	21	7%	S/. 26,204.00	1%	
ENFRIADOR DE COMBUSTIBLE	3	1%	S/. 17,329.00	1%	
INTERCOOLER	20	7%	S/. 14,153.00	1%	
CONDENSADOR	9	3%	S/. 3,852.00	0%	
OTROS	131	44%	S/. 492,680.00	20%	
Total	295	100%	S/. 2,492,542.00	100%	

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

De la Tabla 16 se tiene que los radiadores Mesabi y agua son los principales productos con mayor porcentaje de participación en ingresos: 47% y 29% respectivamente con una clasificación de A, es decir un nivel alto de ingreso.

2.2.3 Clientes

Los clientes de la empresa metalmecánica, ha ido aumentando sus clientes desde su fundación como taller iniciando con el servicio básico de atención a vehículos a empresas de transporte o privados para la revisión y mantenimiento del vehículo, hoy en día la cartera de clientes que tiene la empresa aumento debido a la mayor presencia en los sectores mencionados en la Tabla 1. Asimismo, la empresa en estudio atiende a grandes empresas del país como son Komatsu Mitsui Maquinarias Perú, Ferreyros, Cia Minera Buenaventura y entre otros dentro del área de servicio técnico. Por otro lado, empresas reconocidas que solicitan la fabricación de sus productos como son Ferrovías Central Andina S.A, Marco Peruana S.A, Perú Masivo S.A, entre otros. La empresa busca atender de manera rápida una respuesta al pedido de todos los clientes por las dos unidades de negocio como se muestran la Tabla 17.

Tabla 17.Total de clientes por unidad de negocio de la empresa

UNIDAD DE NEGOCIO	CLIENTES ACTUALES
FABRICACION	128
SERVICIO TECNICO	129

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Dentro de la Tabla 17 se puede observar la cantidad de clientes que tiene la empresa, en ambas unidades de negocio debido a ello en los siguientes puntos se realizará una clasificación de los principales clientes.

2.2.3.1 Clientes para fabricación

Como se mencionó anteriormente son varios clientes que solicitan la fabricación de radiadores de agua y aceite, por ello al igual que la clasificación de productos en la Tabla 13, se realizará el mismo método de clasificación para identificar los clientes más importantes para el área de fabricación en estos dos productos debido a la gran variedad de clientes. En primer lugar, se tiene un criterio de clasificación de los clientes que solicitan la fabricación del radiador de agua, ver la Tabla 18 y para el registro se tiene la Tabla 19.

Tabla 18. Criterio de clasificación para la línea de fabricación de radiadores de agua.

% de Participación	Clasificación	Criterio
10% - 100%	A	Alto
4%- 9.9%	B	Regular
0%- 3.9%	C	Bajo

Tabla 19. Clientes externos para fabricación de radiadores de agua.

CLIENTES	CANT. (S/.)	PORCENTAJE	CLASIFICACION
KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.	S/. 35,928.00	16.26%	A
ENERGIA PERUANA S.A.C.	S/. 28,473.00	12.88%	
FERREYROS S.A.	S/. 27,548.00	12.47%	
UNION DE CONCRETERAS S.A.	S/. 19,483.00	8.82%	
PERU MASIVO S.A.	S/. 19,333.00	8.75%	B
ADMINISTRACION DE EMPRESAS S.A.C.	S/. 19,299.00	8.73%	
MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.	S/. 12,125.00	5.49%	
SERVICIOS FERROVIARIOS S.A.C.	S/. 10,418.00	4.71%	
SOCIEDAD MINERA CORONA S A	S/. 7,858.00	3.56%	C
FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.	S/. 4,578.00	2.07%	
MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.	S/. 4,068.00	1.84%	
FELECIN FERRETERIA ELECTRICA INDUS. EIRL	S/. 3,931.00	1.78%	
MAQPOWER S.A.C.	S/. 3,549.00	1.61%	
NOVATRANS S R L	S/. 3,027.00	1.37%	
DERCO PERU S.A.	S/. 2,871.00	1.30%	
TODO REPUESTOS Y SERVICIOS SAC	S/. 2,681.00	1.21%	
TRANSPORTES SAMTPESA S.A.C.	S/. 2,450.00	1.11%	
NETSUI AUTOMOTRIZ S A	S/. 2,419.00	1.09%	
SINOMAQ S.A.	S/. 2,064.00	0.93%	
R Y M INGENIEROS S.A.C.	S/. 1,869.00	0.85%	
CIA MINERA SANTA LUISA S A	S/. 1,586.00	0.72%	
SERVICIOS GENERALES LID S.A.C.	S/. 1,492.00	0.68%	
AGRICOLA EL ESPIGAL S.R.L.	S/. 1,338.00	0.61%	
GRUPO IZA S.A.C	S/. 740.00	0.33%	
ANINA E.I.R.L.	S/. 660.00	0.30%	
RENTAEQUIPOS LEASING PERU S.A.	S/. 649.00	0.29%	
SERVICIOS MULTIPLES VILELA E.I.R.L.	S/. 550.00	0.25%	
TOTAL	S/. 220,987.00	100.00%	

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

De la Tabla 19, se tiene que más del 50% de los ingresos para radiadores de agua para la unidad de negocio de fabricación se obtiene de cuatro clientes, siendo el principal la empresa Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú con un porcentaje de participación del 16.26%.

En segundo lugar, para la línea de radiadores de aceite, se realizó el mismo procedimiento de clasificación de clientes para el radiador de agua, para tal fin se realiza la clasificación de clientes utilizando la Tabla 20, y los registros se pueden observar en la Tabla 21.

Tabla 20.Criterio de clasificación para la línea de fabricación de radiadores de aceite

% de Participación	Clasificación	Criterio
50% - 100%	A	Alto
20%- 49%	B	Regular
0%- 19%	C	Bajo

Tabla 21.Clientes externos de la fabricación de radiadores de aceite.

CLIENTES	CANT. (S/.)	PORCENTAJE	CLASIFICACION
KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.	S/. 132,235.00	77.05%	A
UNION DE CONCRETERAS S.A	S/. 12,945.00	7.54%	B
CONCAY SA SUCURSAL PERU	S/. 9,838.00	5.73%	
FERREYROS S.A.	S/. 5,059.00	2.95%	C
SOCIEDAD MINERA CORONA S A	S/. 3,520.00	2.05%	
IESA S A	S/. 3,408.00	1.99%	
ENERGIA PERUANA S.A.C.	S/. 1,795.00	1.05%	
R Y J CONTRATISTAS S.R.L.	S/. 1,481.00	0.86%	
Q' REMAIM E.I.R.L	S/. 1,340.00	0.78%	
TOTAL	S/. 171,621.00	100.00%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

De las Tablas 19 y 21 se tiene que la empresa Komatsu-Mitsui, es la empresa que lidera los pedidos de fabricación, con un 77.05% de ingresos para para el radiador de aceite y un 16.26% para el radiador de agua, por tanto, se tiene identificado también a quien debemos dar prioridad y calidad de atención, sin dejar de lado los demás clientes, nunca se sabe cuándo pueden incrementar su capacidad de solicitud.

Es importante resaltar también la peligrosidad de depender sólo de uno o dos clientes y sumar a ello que no se cumpla los requerimientos del cliente.

2.2.3.2 Clientes para servicio técnico.

En la unidad de negocio de servicio técnico de igual forma que la clasificación de clientes en el área de fabricación, se realiza una clasificación para identificar los clientes más importantes para los productos del servicio técnico de radiadores de agua y Mesabi. En primer lugar, se

realiza un criterio de clasificación de los clientes que solicitan el servicio técnico del radiador de agua; según la Tabla 22, posteriormente se tiene los registros en la Tabla 23.

Tabla 22.Criterio de clasificación para la línea de servicio técnico de radiadores de agua.

% de Participación	Clasificación	Criterio
50% - 100%	A	Alto
4%- 49%	B	Regular
0%- 3.9%	C	Bajo

Tabla 23.Clientes del servicio técnico del radiador de agua.

CLIENTES	CANT. (S/.)	PORCENTAJE	CLASIFICACION
KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.	S/. 476,735.00	75.70%	A
PETRAMAS S.A.C.	S/. 48,169.00	7.65%	B
ENERGIA PERUANA S.A.C.	S/. 30,736.00	4.88%	
OTROS	S/. 74,106.00	11.77%	C
TOTAL	S/. 629,746.00	100.00%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

Se observa que, para la línea de servicio técnico del producto de radiador de agua, el cliente con mayor participación de ingreso para la empresa en estudio es la empresa Komatsu-Mitsui con un 75.70% para este tipo de radiador.

En segundo lugar, para la línea de radiadores de Mesabi se realiza el mismo procedimiento, para tal fin se realiza un criterio de clasificación de clientes utilizando la Tabla 24, posteriormente se tiene los registros en la Tabla 25.

Tabla 24. Criterio de clasificación para la línea de servicio técnico de radiadores Mesabi.

% de Participación	Clasificación	Criterio
98% - 100%	A	Alto
0%- 97.9%	B	Bajo

Tabla 25. Clientes del servicio técnico del radiador Mesabi.

CLIENTES	CANT. (S/.)	PORCENTAJE	CLASIFICACION
KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.	S/. 1,020,559.24	98.72%	A
COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	S/. 13,230.95	1.28%	B
TOTAL	S/. 1,033,790.19	100.00%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

De la Tabla 25 se tiene que el cliente que mayor ingreso genera para el servicio técnico de radiador Mesabi es la empresa Komatsu-Mitsui con 98.72% de solicitudes y atenciones realizadas según clasificación de clientes.

2.3 Antecedentes de fabricación

El radiador es una pieza fundamental del sistema de refrigeración de un automóvil. Como sabes, el motor de un vehículo tiene un sinfín de piezas metálicas en movimiento que generan fricción, lo que hace que se produzca un exceso de calor. Esta elevada temperatura, gracias al sistema de refrigeración, es aminorada evitando así que el motor se sobrecaliente.

La misión del radiador es de enfriar el agua que entra al motor, así como de recoger el agua caliente que expulsa el sistema. Se encuentra en la parte delantera del motor y está formado por un depósito de entrada, otro de salida y un grupo de tubos de cobre dispuestos longitudinalmente y con celdas normalmente de aluminio para una mejor disipación del calor. A través de ésta celdas, el líquido se distribuye a lo largo del mismo, de tal manera que cuando el aire exterior pega de frente al radiador se reduce la temperatura.

Dentro de esta área los radiadores que llegan a la empresa metalmecánica pasan por el siguiente proceso.

Primero el cliente se comunica con la empresa para realizar el pedido de atención con los asistentes de ventas y coordinar con la empresa el traslado del intercambiador de calor hacia las instalaciones de la empresa. Una vez que ingresa el producto a la empresa es registrado identificándolo con un número de trabajo conocido como OT, en el programa software SICO que maneja la empresa, una vez identificado el radiador es evaluado por expertos técnicos con años de experiencia en conocimientos de intercambiadores de calor, por ello se garantiza un trabajo de calidad, después de realizar dicha evaluación los asistentes de ventas elaboran un informe técnico donde detallan la situación actual del radiador y brindan las recomendaciones profesionales sobre ello. Asimismo, el asistente de ventas se comunica con el cliente para enviar el resultado de la evaluación de manera digital, se envía al cliente el informe técnico y la cotización de la fabricación del producto una vez aceptada la cotización, el cliente envía una orden compra al asistente de ventas para que pueda proceder con la fabricación del pedido. Una vez concluida el jefe de fabricación pone en conocimiento al asistente de ventas de la del producto terminado, para después el asistente de ventas realiza la coordinación con el cliente para la entrega del producto, ver Figura 17.

Figura 17. Proceso de Fabricación de intercambiadores de calor

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

Se tomó como ejemplo la elaboración del radiador aceite mostrando las actividades de fabricación mediante el diagrama de operaciones en el proceso de fabricación ver Figura 18.

Figura 18. Diagrama de operaciones de la fabricación de radiador de aceite

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la empresa en estudio ha mejorado varios de sus procesos productivos, aún existen falencias en muchos puntos importantes de los mismos, especialmente relacionados con la oportunidad de entrega a los clientes finales. Se muestra a continuación el tiempo estimado por la empresa y la situación actual se puede observar en la Tabla 26.

Tabla 26. Tiempo real vs Tiempo estimado del proceso de fabricación.

Proceso	Actividad	Tiempo estimado (días)	RADIADOR DE AGUA	RADIADOR DE ACEITE
			Tiempo real prom (días)	Tiempo real prom (días)
Comunicación con el cliente	Coordinación con el cliente	1	1	1
	Coordinación con el chofer			
	Transporte del producto			
Evaluación del producto	Evaluación del producto	2	3	3
	Informe técnico			
	Envío del informe técnico y cotización	1	1	1
	Confirmación del cliente			
Fabricación del producto	Recibe orden de fabricación	2	9	10
	Recibe materiales e insumos			
	Fabricación de intercambiador de calor	3	4	4
Entrega del producto	Finaliza y comunica la fabricación del producto	1	2	2
	Coordinación con el cliente para la entrega del producto			
Total		10	20	21

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la Tabla mostrada se puede observar que existe una gran demora en la fabricación del producto debido que esta área espera un promedio de 11 días en recibir el material y 4 días para realizar la fabricación del radiador de aceite o de agua, lo cual según la empresa se debería esperar como máximo 2 días la entrega de materiales y la fabricación un tiempo estimado de 3 días haciendo un total de 12 días de más dentro de esta unidad de negocio.

2.4 Problema del área de fabricación

Para identificar los problemas del área de fabricación de la empresa metalmecánica se hicieron varias visitas al lugar de trabajo, con la finalidad de poder presenciar cada parte del proceso productivo, se preguntó a los operarios, asistentes, supervisores y jefes de áreas, con el fin de que brinden sus opiniones o apreciaciones que puedan tener acerca de la empresa.

Se detectó que las líneas de producción de los intercambiadores de calor los procesos son manuales, lo que conlleva a una dependencia de la habilidad y destreza del operario, por esta razón, se producen muchos cuellos de botellas y demoras originadas por distintos factores. Asimismo, cada línea de producción tiene distintos ciclos de la orden debido a los distintos productos que producen cada línea.

Los problemas que presenta el área de fabricación, ver Figura 19.

Figura 19. Problemas del área de fabricación

Fuente: Elaboración propia.

Según nuestra gráfica de Pareto el 53% de los problemas dentro de la unidad de negocio es el incumplimiento de las fechas de entrega del producto, pactadas entre la empresa y el cliente, la empresa en estudio debe tomar en cuenta estos problemas, bajo un supuesto que los clientes importantes del área de fabricación opten por ir a la competencia de la empresa en estudio, se vería afectado con una reducción en los ingresos anuales. Es decir, esto afecta al cumplimiento del tiempo en que la empresa se compromete a entregar un trabajo a sus clientes principales mostrados anteriormente en la Tabla 19 y 21, el año pasado más del 67% de todos los trabajos de fabricación de radiador de agua y aceite fueron entregados fuera de tiempo debido a varios factores que generaron el retraso en la entrega, como se puede observar en las Tablas 27 y 28 respectivamente.

Tabla 27.Solicitudes de fabricación de radiadores de agua.

Mes	Solicitudes	A tiempo		Fuera de Tiempo	
		Cant	Tiempo Prom.	Cant	Tiempo Prom.
Enero	2	---	---	2	11 días
Febrero	6	5	4 días	1	19 días
Marzo	8	6	6 días	2	23 días
Abril	7	1	4 días	6	15 días
Mayo	6	1	3 días	5	27 días
Junio	5	---	---	5	16 días
Julio	6	1	6 días	5	24 días
Agosto	2	---	---	2	19 días
Septiembre	2	1	4 días	1	11 días
Octubre	4	---	---	4	29 días
Noviembre	2	1	5 días	1	12 días
Diciembre	2	1	3 días	1	15 días
Total 2017	52	17	4 días	35	19 días
%		33%		67%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia

Tabla 28.Solicitudes de fabricación de radiadores de aceite.

Mes	Solicitudes	A tiempo		Fuera de Tiempo	
		Cant	Tiempo Prom.	Cant	Tiempo Prom.
Enero	1	1	3 días	---	---
Febrero	2	---	---	2	12 días
Marzo	2	2	4 días	---	---
Abril	1	1	4 días	---	---
Mayo	2	1	2 días	1	11 días
Junio	2	2	3 días	---	---
Julio	4	---	---	4	17 días
Agosto	2	---	---	2	15 días
Septiembre	1	---	---	1	19 días
Octubre	1	---	---	1	13 días
Noviembre	3	---	---	3	23 días
Diciembre	1	---	---	1	17 días
Total 2017	22	7	3 días	15	16 días
%		32%		68%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

De las Tablas 27 y 28, se aprecia que el tiempo promedio de atención para la fabricación y la entrega de los productos principales para esta área varían de 3 a 4 días obtenidos de la Tabla 26, de los cuales solo 17 radiadores de agua y 7 radiadores de aceite fueron entregados en el tiempo solicitado por el cliente respectivamente, lo cual nos indica que hay un problema con el cumplimiento de fechas establecidas entre la empresa y el cliente.

2.5 Causa raíz del problema del área de fabricación

Se analizó cada variable del problema del incumplimiento de la entrega a tiempo de los productos; para identificar la causa se identificó por las letras A, B, C y D; al final de la evidencia se representará mediante un diagrama del árbol.

A. Productos en reproceso.

La fabricación de radiadores es realizada por operarios altamente capacitados por técnicos e ingenieros con experiencia en la fabricación de intercambiadores de calor. La elaboración de radiadores de agua y aceite, se realiza bajo supervisión por el jefe del área que tiene la responsabilidad de garantizar el orden y calidad de trabajo dentro de la empresa. Dentro de la fabricación de radiadores de aceite se realizan varias inspecciones, así como también para los radiadores de agua y los otros intercambiadores de calor según sea el caso, para continuar con las actividades de fabricación, del mismo como los materiales que serán utilizados para garantizar el funcionamiento óptimo del radiador, lo mismo sucede con el radiador de agua. Finalmente, antes de embalar el producto terminado se hace una inspección final asegurando del cumplimiento de todas las pruebas necesarias al radiador, por ello hace que los productos fabricados en esta área no presenten reproceso, como se puede observar en las Figuras 20 y 21.

Figura 20. Radiador de agua

Figura 21. Radiador de aceite.

Fuente: La empresa.

Son pocas veces que los productos entregados por la empresa han presentado fallas durante su funcionamiento, el porcentaje de defectos registrados en el año 2017 de los radiadores de agua y aceite no supera el 5% como se observa en la Tabla 29.

Tabla 29. Radiadores defectuosos de agua y aceite en el año 2017

Mes	Solicitudes	Defectuosos		Optimo	
		Cant	Detalle	Cant	Detalle
Enero	3	---	---	3	---
Febrero	8	---	---	8	---
Marzo	10	---	---	10	---
Abril	8	1	---	7	---
Mayo	8	---	---	8	---
Junio	7	1	---	6	---
Julio	10	---	---	10	---
Agosto	4	---	---	4	---
Septiembre	3	1	---	2	---
Octubre	5	---	---	5	---
Noviembre	5	1	---	4	---
Diciembre	3	---	---	3	---
Total	74	4		70	---
%		5%		95%	

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

De 74 radiadores fabricados en el año 2017 sólo 4 unidades fueron devueltas por falla en los meses de abril, junio, setiembre y noviembre, representando un 5% de productos defectuosos, las cuales fueron devueltas a la empresa en estudio para su pronta reparación como servicio de garantía. Este 5% no influye de manera crítica en la demora del cumplimiento de entrega de fabricación de un radiador por ser una cantidad muy baja durante el año de trabajo de la empresa.

B. Falta de materiales en el almacén.

Los pedidos de materiales son solicitados por el jefe del área para la fabricación de un radiador de agua o aceite, se realiza mediante una HOJA DE REQUERIMIENTO donde coloca la cantidad y la descripción de los materiales que va a necesitar para dicho proceso, ver Figura 22.

Figura 22. Hoja de requerimiento de materiales

OT		1556	FECHA:	14/06/2017	
EMPRESA:		Komatsu	Modelo	---	
TRABAJO:		FABRICACION DE RADIADOR DE ACEITE		RAIO	2153
ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION	F.ENTREGA	TIEMPO TRANS.
1	53	UNID	TUBOS DE ALUMINIO	21/06/2017	7
2	2	LATA	BASE DE ACEITE	21/06/2017	7
3	1	GALON	DE MECANOL	22/06/2017	8
4	10	UNID	VARILLA PARA SOLDADURA	22/06/2017	8
5	10	UNID	LIJA DE 80 Y 10 DE 100	22/06/2017	8
6	2	UNID	FIL	22/06/2017	8
7	10	PARES	DE GUANTES DE JEJE	22/06/2017	8
8	10	PARES	DE GUANTES ANTE CORTE	22/06/2017	8
9	2	LATA	REMOVEDOR	22/06/2017	8
10	2	UNID	PLANCHAS DE ALUMINIO	22/06/2017	8

Fuente: La empresa.

Los requerimientos realizados por el jefe de fabricación en el año 2017, la mayoría de estas solicitudes fueron entregados fuera del tiempo según la empresa de debe esperar como máximo de 1 a 2 días después de realizar el pedido de materiales, como se puede observar en la Tabla 30.

Tabla 30. Cantidad de solicitud de materiales.

Tipo / Fabricación del producto	Producción	Almacén - Producción		
	Solicitud de materiales	Solicitudes atendidas	Solicitudes parcialmente atendidas	Solicitudes no atendidas
RADIADOR DE AGUA	52	17	4	31
RADIADOR DE ACEITE	22	7	3	12
Total	74	24	7	43
%	100%	32%	9%	58%

Fuente: Elaboración propia- La empresa.

Como se puede observar en la tabla mostrada se obtuvo una ruptura de stock del 67% de materiales que realizados son entregados incompletos y/o no atendidas.

B.1 Volumen de pedido insuficiente

Por otro lado, esto origina que la empresa realice compras inmediatas a pequeñas distribuidoras, o tiendas de materiales para la fabricación de radiadores de agua y aceite las cantidades de compras inmediatas se puede observar en la Figura 23.

Figura 23. Cantidad de compras inmediatas

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Se demostró que para cumplir con las entregas de materiales se tiene que realizar compras inmediatas que representan el 93% de cantidad solicitada en el año 2017. Asimismo, es importante mencionar que el tiempo de atención de los proveedores es de un día ni bien se realiza el pedido por parte la empresa, debido a la ausencia del material, las entregas del pedido son realizadas en su mayoría a final del día, como se puede observar en la Tabla 33.

Tabla 31. Proveedores del área de Fabricación de la empresa

N°	Razón Social	Tiempo de atención	Producto y/o Servicio Ofrecido	Estado
1	COMERCIAL DELMA S.A.	1 día	MATERIALES	Activo
2	COMERCIAL IVAN FERRETERIA	1 día	MATERIALES	Activo
3	MS MATICENTRO S.A.C.	1 día	PINTURAS	Activo
4	DIMFORT S.R.L.	1 día	PERNOS	Activo
5	MAESTRO PERU S.A.	1 día	MATERIALES	Activo
6	FIERRO Y ACERO CENTER S.A.C.	1 día	MATERIALES	Activo
7	FERRETERIA JR & R	1 día	MATERIALES	Activo
8	ACRIMSA NACIONES S.A.C.	1 día	PERNOS	Activo
9	MALVINAS	4 día	TINA DE RADIADOR	Activo
10	MALVINAS	1 día	PLANCHAS DE TODO TIPO	Activo

Fuente: La empresa.

B.2 Entrega de materiales sin debido ingreso al inventario.

El almacén de materiales es de importancia para garantizar que el proceso de fabricación de radiadores no sufra de desabastecimiento de materiales, por lo tanto, cuando llegan materiales que son requeridos por de manera “urgente”, se recurre a entregar los materiales sin su respectivo procedimiento adecuado de recepción y almacenamiento. No se puede generar el ingreso al inventario, porque los materiales son necesitados inmediatamente en este caso se pierde tiempo en el despacho ya que se debe verificar si verdaderamente el material está en el área de recepción esperando a ser ingresado y esperar la autorización del encargado del almacén.

Esto debe considerarse ya que no todos los materiales que retiran son de tal urgencia y en muchos casos se puede esperar el debido procedimiento evitándose tantos inconvenientes que esta práctica genera en los inventarios.

De las compras inmediatas realizadas en el año 2017 por el área encargada para la atención del pedido de materiales para los radiadores de agua y aceite, no son registrados dentro del almacén de la empresa metalmecánica como se observa en la Tabla 32.

Tabla 32. Registro y entrega de materiales.

Materiales	Compras inmediatas	Materiales comprados en el momento		
		Materiales registrados y entregados a su respectivo OT	Materiales no registrados y entregados a su respectivo OT	Entregados a otro producto y comprados posteriormente
TUBOS DE BRONCE	1442	128	485	829
SOLDADURA DE PLATA	1079	156	562	361
LAMINAS DE ALUMNIO	1664	96	459	1109

TUBOS DE COBRE	1332	237	856	239
TUBOS DE ALUMINIO	1443	89	756	598
LAMINAS DE LATON	1810	154	967	689
SOLDADURA DE ESTAÑO	2507	59	896	1552
FIL	143	45	89	9
PINTURA NEGRA	290	29	109	152
PINTURA BLANCA	203	47	96	60
ESCOBILLAS DE FIERRO	212	89	59	64
REMOVEDOR	238	89	56	93
LIJA	383	75	108	200
Total	12746	1357	5498	5891
%	100%	11%	43%	46%

Fuente: Elaboración propia-La empresa.

La existencia de materiales esta por muy debajo de todos los pedidos realizados. Los niveles de existencia de materiales dentro del almacén, se registra que 11% de los materiales comprados de emergencia son registrados, lo cual genera que a inicios de mes la empresa esta desabastecida de materiales de primera necesidad lo cual genera retrasos en la producción de materiales.

B.3 No existe reservas de materiales.

El área de almacén no cuenta con reservas solicitadas para pedidos de materiales al día, ya que se evidencia anteriormente que brinda materiales a otras solicitudes para cubrir sus necesidades y no realizan su registro de ingreso y salidas en resumen de stock. Asimismo, piden materiales por la clase de valoración equivocada, materiales que no se encuentran en stock, además realizan salidas de material que no demandan en el momento realizando devolución, el personal que va a retirar los materiales no tiene conocimiento de que es lo que va a retirar, pedidos en cantidades erradas y mal digitada la unidad de medida. Todo lo anterior genera tiempos perdidos en el proceso de despacho, ver Figura 24.

Figura 24. Cantidad de materiales solicitados y stock de materiales al día.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Las existencias que se almacenan dentro la empresa metalmecánica como se observó en la figura anterior de 57 materiales requeridos solo se encuentran disponible 7 de ellos debido a que no es posible siempre predecir con exactitud el programa de ventas y producción de un producto determinado. En situaciones, como cantidades pedidas, tiempo de producción, palazo de reaprovisionamiento, la empresa tiene que protegerse ante estas variaciones razonables pero incontrollables, mediante la acumulación de stocks a niveles superiores a los que se precisarían si no existiera esta incertidumbre.

El orden de pedidos es muy frecuente, se recibe el pedido de materiales de cada línea de producto, se realiza la compra. Sin embargo, el tiempo transcurrido de espera supera los 11 días en promedio debido a que la atención de requerimientos se realiza de acuerdo al orden que

el requerimiento llegó al área de logística, una vez que se entrega los materiales proceden con la siguiente solicitud de requerimientos; se atendieron 128 solicitudes de fabricaciones en el año 2017, ver Tabla 33.

Tabla 33. Tiempo promedio de espera de materiales en el área de fabricación.

Tipo / Fabricación del producto	Cantidad	A tiempo	Tiempo prom. De espera	Fuera de tiempo	Tiempo prom. De espera
RADIADOR DE AGUA	52	17	2 días	35	9 días
RADIADOR DE ACEITE	22	7	2 días	15	10 días
CONDENSADOR	9	0	0	9	9 días
AFTERCOOLER	9	0	0	9	11 días
OTROS	36	16	5 días	20	12 días
Total	128	40	3 días	88	11 días
%		31%	----	69%	----

Fuente: La empresa-Elaboración Propia.

Se tiene que de 128 solicitudes de requerimiento de materiales el 69% de pedidos de materiales fueron entregados fuera de tiempo, afectando directamente al tiempo de entrega del trabajo en el cliente final.

B.4 Error en pronóstico.

Al pronosticar la demanda se debe tener en cuenta que la asertividad del método de pronóstico dependerá del entendimiento de los patrones históricos que influyen en el comportamiento de la demanda. La inexactitud de los registros de inventarios sobre el físico, al igual que la poca confiabilidad de datos históricos de demanda, podría inducir al error en los resultados de cualquier modelo de proyección. La empresa realiza sus pronósticos de demanda en base a la experiencia de los asistentes de ventas, quienes no realizan ningún método de pronóstico, se

muestran las gráficas de la demanda proyectada para el radiador de agua y aceite, ver Figura 25 y 26.

Figura 25. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador de aceite.

Figura 26. Demanda proyecta vs Demanda real del radiador de agua.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

C) Paradas de máquinas.

Dentro del área de fabricación, se considera parada de máquina: cuando la máquina llega a un punto de fuera de servicio, es decir cumplió su tiempo de uso y otra cuando se realiza el mantenimiento respectivo.

C.1 Máquinas fuera de servicio.

Hasta el momento las máquinas que operan dentro de esta área no han sido sustituidas, lo cual no existe maquinas fuera de servicio según datos de la empresa.

C.2 Máquinas en mantenimiento

El área de mantenimiento de máquinas atiende a las dos unidades de negocio, es preciso indicar que se designa como unidad de negocio por estar separados e identificados como tal, al proceso de fabricación y servicio técnico, entonces para el caso de mantenimiento existe un solo área de mantenimiento: donde existe presencia de máquinas o herramientas que son usados para la fabricación de radiadores tanto para agua y aceite; las cuales se presenta en el Tabla 34 como horas de mantenimiento bimestral de máquinas en el área de fabricación.

Tabla 34. Horas de Mantenimiento bimestral de máquinas en el área de fabricación.

	Horas de mantenimiento (bimestral)
Soldado	16
Rizado	16
Cortado chico	4
Cortado grande	13
Troquelado	15
Autogenado	8
Llenado	10
Doblado	7
Taladrado	10
Trazado y medición	2
Pintado	4

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Las horas de mantenimiento son bimestrales, por ello si multiplicamos las horas de cada máquina por 6, tendremos las horas de mantenimiento de máquinas que se realizan, anualmente como se puede observar en la Tabla 35.

Tabla 35. Horas de Mantenimiento anuales de máquinas en el área de fabricación

Máquinas en el área	Horas de mantenimiento (anuales)
Soldado	16 * 6= 96
Rizado	16 * 6= 96
Cortado chico	4 * 6= 24
Cortadora grande	13 * 6= 78
Troquelado	15 * 6= 90
Autogenado	8 * 6= 48
Llenado	10 * 6= 60
Doblado	7 * 6= 42
Taladrado	10 * 6= 60
Trazado y medición	2 * 6= 12
Pintado	4 * 6 = 24
Total de horas	630

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Finalmente, es necesario mencionar que la empresa labora un turno por día, es decir, 8 horas diarias sin contar 30 minutos de refrigerio. Además, en “Radiadores Arnao Industrial S.A.C” se trabaja de lunes a viernes durante las 52 semanas del año.

Las horas disponibles se hallaron de la siguiente manera:

Horario laboral = 8horas/día

Tiempo de refrigerio = 0.5 horas/día

Horario laboral real = 8 horas/día – 0.5horas/día = 7.5 horas/día

$$HRS. DISPONIBLES AÑO = 7.5 \frac{horas}{día} \times 5 \frac{días}{semana} \times 52 \frac{semanas}{año} = 1950 \frac{horas}{año}$$

Se obtiene finalmente que tiempo total de manteniendo de máquinas sobre el tiempo disponible en el año representa el 32% de las horas disponibles anuales.

Se muestra el registro de horas en la cual las maquinas han sufrido una falla, originando un retraso en la fabricación de radiadores, ver Tabla 36.

Tabla 36. Reporte del mantenimiento de máquinas del área de fabricación del año 2017

Máquinas en el área	Reporte de mantenimiento								
	Enero-Febrero	Marzo-Abril	Mayo-Junio	Julio-Agosto	Setiembre-October	Noviembre-Diciembre	Total de horas óptimas	Total de horas realizadas	Exceso
Soldado	16	16	20	16	16	16	96	100	4
Rizado	16	18	16	16	12	20	96	98	2
Cortado chico	4	5	4	4	8	12	24	37	13
Cortadora grande	9	13	13	18	13	13	78	79	1
Troquelado	15	15	15	15	15	15	90	90	0
Autogenado	8	8	8	11	8	8	48	51	3
Llenado	9	10	8	10	15	9	60	61	1
Doblado	7	11	7	12	7	18	42	62	20
Taladrado	9	15	10	10	13	11	60	68	8
Trazado y medición	4	2	5	2	3	4	12	20	8
Pintado	4	5	4	5	4	5	24	27	3
Total de horas	101	118	110	119	114	131	630	693	63

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Nota: Los números con diferente color representa el incumplimiento del tiempo óptimo de mantenimiento o si es exceso por alguna fallada encontrada.

De la tabla mostrada se puede obtener las horas de exceso por alguna falla de máquina por bimestre, dicha falla representa el 9% del tiempo de mantenimiento óptimo establecido por la empresa, lo que indica que se está realizando de manera correcta el mantenimiento a cada máquina, con un nivel aceptable según la Tabla 37.

Tabla 37. Clasificación del porcentaje de fallas en las máquinas del área fabricación

% de falla anual	Clasificación	Criterio
11% - a más	A	No aceptable
0%- 10%	B	Aceptable

Fuente: La empresa

D) Faltas de personal.

En el área de fabricación existe 12 operarios, 2 técnicos con experiencia y conocimiento en intercambiadores de calor; finalmente 1 asistente de ventas involucrados directamente en la fabricación del radiador. La administración de la empresa en estudio estableció una penalidad si algún trabajador falta se realiza un descuento por el día que faltó más el día dominical, se puede observar la cantidad de faltas en Tabla 38.

Tabla 38.Asistencia de trabajadores del área de fabricación.

Mes	Trabajadores	Faltas	
		Cant	Detalle
Enero	15	1	---
Febrero	15	1	---
Marzo	15	0	---
Abril	15	1	---
Mayo	15	0	---
Junio	15	1	---
Julio	15	0	---
Agosto	15	0	---
Septiembre	15	1	---
Octubre	15	0	---
Noviembre	15	1	---
Diciembre	15	2	---
Total		8	---

Fuente: Elaboración propia

De los 252 días laborables en el año 2017 solo se registraron 8 faltas de los trabajadores, representando un 3% de ausencia de personal para el área de fabricación, por tanto, la ausencia de personal no es un factor que impacte al incumplimiento de las fechas programadas para la entrega en la fabricación de radiador.

Después de realizar el listado de causas sobre el problema principal del área se pudo demostrar la inexistencia física de materiales dentro del almacén se hace referencia a variables que no son controlables 100% por el personal de inventarios del almacén pero que pueden influir en la inexistencia física de los materiales en la empresa metalmecánica y que se deben de tener en cuenta para el presente proyecto, estas posibles causas son de difícil detección y por lo tanto

de difícil medición ya que no se dejan registros por ejemplo de los errores presentados en el área de recepción, despachos, o en el incumplimiento por parte de los proveedores. El proyecto se enfoca a mejorar la problemática atacando las causas más operativas. La inexistencia física de materiales puede hacer referencia a dos conceptos, primero puede referirse a los materiales en los que hay faltantes, es decir materiales en los que el sistema muestra una cantidad y físicamente se encuentran en menor proporción, como segunda medida se puede tomar teniendo en cuenta los materiales que por su tipo de planificación debe permanecer existencia en stock para atender cualquier eventualidad de criticidad en la planta o algún proceso de la organización. Asimismo, se muestra el resumen de cada causa en la Figura 27.

Figura 27. Diagrama de árbol para el área de fabricación.

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Antecedentes del área de servicio técnico.

Para esta área el radiador Mesabi es una pieza fundamental del sistema de refrigeración. Como sabes, el motor de un vehículo para minera presenta un sinfín de piezas metálicas en movimiento que generan fricción, lo que hace que se produzca un exceso de calor. Esta elevada temperatura, gracias al sistema de refrigeración, es aminorada evitando así que el motor se sobrecaliente.

La misión del radiador es de enfriar el agua que entra al motor, así como de recoger el agua caliente que expulsa el sistema. Se encuentra en la parte delantera del motor y está formado por un depósito de entrada, otro de salida y un grupo de tubos de cobre dispuestos longitudinalmente y con celdas normalmente de aluminio para una mejor disipación del calor. A través de estas celdas, el líquido se distribuye a lo largo del mismo, de tal manera que cuando el aire exterior pega de frente al radiador se reduce la temperatura.

Dentro de esta área los radiadores que llegan a la empresa metalmecánica pasan por el siguiente proceso.

Primero el cliente se comunica con la empresa para realizar el pedido de atención con los asistentes de ventas y coordinar con la empresa el traslado del intercambiador de calor hacia las instalaciones de la empresa. Una vez que ingresa el producto a la empresa es registrado identificándolo con un número de trabajo conocido como OT, en el programa software SICO que maneja la empresa, una vez identificado el radiador es evaluado por expertos técnicos con años de experiencia en conocimientos de intercambiadores de calor, por ello se garantiza un trabajo de calidad, después de realizar dicha evaluación los asistentes de ventas elaboran un informe técnico donde detallan la situación actual del radiador Mesabi o de agua y brindan las recomendaciones profesionales sobre ello. Asimismo, el asistente de ventas se comunica con el cliente para enviar el resultado de la evaluación de manera digital, se envía al cliente el informe técnico y la cotización de la fabricación del producto una vez aceptada la cotización, el cliente envía una orden compra al asistente de ventas para que pueda proceder con la fabricación del pedido. Una vez concluida el jefe de servicio técnico pone en conocimiento al asistente de ventas de la del producto terminado, para después el asistente de ventas realiza la coordinación con el cliente para la entrega del producto, ver Figura 28

Figura 28. Proceso del servicio técnico de la empresa.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

2.7 Problema en el área de servicio técnico

Para identificar los problemas del área de servicio técnico de la empresa metalmecánica se hicieron varias visitas al lugar de trabajo, con la finalidad de poder presenciar cada parte del proceso productivo, se preguntó a los operarios, asistentes, supervisores y jefes de áreas, con el fin de que brinden sus opiniones o apreciaciones que puedan tener acerca de la empresa.

Se detectó que las líneas de servicio de los intercambiadores de calor los procesos son manuales, lo que conlleva a una dependencia de la habilidad y destreza del operario, por esta razón, se producen muchos cuellos de botellas y demoras originadas por distintos factores. Asimismo, cada línea de producción tiene distintos ciclos de la orden debido a los distintos productos que producen cada línea.

Los problemas que presenta el área de fabricación, ver Figura 29.

Figura 29. Problemas del área de servicio técnico.

Fuente: Elaboración propia.

Según nuestra grafica de Pareto el 59% de los problemas dentro de la unidad de negocio es el incumplimiento de las fechas de entrega del producto, pactadas entre la empresa y el cliente, la empresa en estudio debe tomar en cuenta estos problemas, bajo un supuesto que los clientes importantes del área de servicio técnico opten por ir a la competencia de la empresa en estudio, se vería afectado con una reducción en los ingresos anuales.

Aun cuando la empresa en estudio ha mejorado el servicio técnico (del mismo modo que en fabricación) con el pasar de los años, aún existen falencias en muchos puntos importantes de los mismos, especialmente relacionados con la oportunidad de entrega; es decir, el cumplimiento del tiempo en que la empresa se compromete a entregar un trabajo a sus clientes principales, donde más del 60% de todo los trabajos de servicio técnico de radiador de agua y Mesabi fueron entregados fuera de tiempo debido a varios factores que generaron el retraso en la entrega, como se puede observar en las Tablas 39 y 40 respectivamente.

Tabla 39.Solitudes del servicio técnico para el radiador de agua en el año 2017

Mes	Solicitudes	A tiempo		Fuera de Tiempo	
		Cant	Tiempo	Cant	Tiempo
Enero	5	1	7 días	4	60 días
Febrero	4	---	---	4	97 días
Marzo	4	---	---	4	82 días
Abril	5	---	---	5	41 días
Mayo	5	---	---	5	26 días
Junio	5	1	7 días	4	42 días
Julio	5	---	---	5	38 días
Agosto	4	---	---	4	31 días
Septiembre	4	---	---	4	34 días
Octubre	4	---	---	4	33 días
Noviembre	2	---	---	2	33 días
Diciembre	4	2	7 días	2	63 días
Total	51	4	7 días	47	48 días

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Tabla 40.Solitudes del servicio técnico para el radiado Mesabi en el año 2017

Mes	Solicitudes	A tiempo		Fuera de Tiempo	
		Cant	Tiempo	Cant	Tiempo
Enero	2	---	---	2	22 días
Febrero	3	---	---	3	34 días
Marzo	2	---	---	2	33 días
Abril	1	---	---	1	31 días
Mayo	3	---	---	3	35 días
Junio	0	---	---	0	---
Julio	0	---	---	0	---
Agosto	1	---	---	1	30 días
Septiembre	2	---	---	2	32 días
Octubre	0	---	---	0	---
Noviembre	2	---	---	2	24 días
Diciembre	2	---	---	2	20 días
Total	18	0	0.0 días	18	29 días

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

De las Tablas 39 y 40 se puede observar que el tiempo promedio de entrega es mes aproximadamente, por ello se realizó un cuadro de comparación de estas dos líneas, donde se observa que el 94 % de las solicitudes fueron entregados fuera del tiempo, tiempo establecido entre la empresa y el cliente, ver Tabla 41.

Tabla 41. Porcentajes de entrega fuera de tiempo del área de servicio técnico

	Total		A tiempo		Fuera de tiempo	
	Cant.	%	Cant	%	Cant	%
Mesabi	18	26%	0	0%	18	28%
De agua	51	74%	4	100%	47	72%
Total	69	100%	4	6%	65	94%

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Con respecto al área el servicio técnico sucede el mismo caso, la entrega tardía de los trabajos, supera el 94%, lo que ocasiona una incomodidad en los clientes, estos productos tienen mayor participación en los ingresos anuales de la empresa en estudio, por ello se debe tener mayor supervisión para esta línea. Por otro lado, el aumento de clientes ocasionó que los inventarios de la empresa no tengan la capacidad de abastecer los pedidos de materiales para la parte operativa de la empresa, ocasionando que los trabajos se entreguen fuera de tiempo, esto es un problema muy serio, porque poco a poco la empresa comienza a acumular trabajos que a un determinado tiempo no podrá realizar.

2.8 Causas raíz del problema de servicio técnico.

Se analizó cada variable del problema del incumplimiento de la entrega a tiempo de los productos; para identificar la causa se identificó por las letras A, B, C y D; al final de la evidencia se representará mediante un diagrama del árbol.

A. Productos en reproceso.

La fabricación de radiadores es realizada por operarios altamente capacitados por técnicos e ingenieros con experiencia en servicio técnico de intercambiadores de calor. El servicio de radiadores de agua y Mesabi, se realiza bajo supervisión por el jefe del área que tiene la responsabilidad de garantizar el orden y calidad de trabajo dentro de la empresa. Dentro del servicio técnico se realizan varias inspecciones, así como también para los radiadores de agua y los otros intercambiadores de calor según sea el caso, para continuar con las actividades de fabricación, del mismo como los materiales que serán utilizados para garantizar el funcionamiento óptimo del radiador.

El servicio técnico de radiadores es realizado por operarios altamente capacitados por técnicos e ingenieros con experiencia del mantenimiento integral del intercambiador de calor son capacitados constantemente.

Para el caso del servicio técnico de radiadores de agua y Mesabi, que está siendo objeto de estudio para esta propuesta de mejora, dentro del servicio técnico se realizan varias inspecciones tanto a los materiales que serán utilizados y los avances del servicio. En el caso de los radiadores Mesabi tiene una prueba final llamada la prueba hidrostática donde se registra el tiempo de duración de la prueba y los resultados obtenidos, con la finalidad de garantizar el funcionamiento óptimo del radiador. Al finalizar el servicio técnico se realiza la prueba hidrostática, prueba final antes del embalado del radiador, en el año 2017 solo se registró dos radiadores de presentaron fallas dentro de su operación representando el 11 % de los no conformes en dicho año, el cálculo hallado es los dos productos fallados entre la cantidad total de productos atendidos, como se puede observar en la Figura 30.

Figura 30. Productos No conformes en el área de servicio técnico en el año 2017

Fuente: La empresa-Elaboración propia.

B. Falta de materiales.

Los pedidos de materiales son solicitados por el jefe del área para el servicio técnico de un radiador de agua y/o Mesabi, se realiza mediante una HOJA DE REQUERIMIENTO donde coloca la cantidad y la descripción de los materiales que va a necesitar para dicho proceso.

Los requerimientos realizados por el jefe de Servicio técnico en el año 2017, la mayoría de estas solicitudes fueron entregados fuera del tiempo según la empresa de debe esperar como máximo de 1 a 2 días después de realizar el pedido de materiales, como se puede observar en la Tabla 42

Tabla 42. Cantidad de solicitud de materiales.

Tipo / Servicio Técnico	Servicio	Almacén - Servicio		
		Solicitudes atendidas	Solicitudes parcialmente atendidas	Solicitudes no atendidas
RADIADOR DE AGUA	52	4	4	44
RADIADOR DE MESABI	18	0	3	15
Total	70	4	7	59
%	100%	6%	10%	84%

Fuente: Elaboración propia- La empresa.

Como se puede observar en la tabla mostrada se obtuvo que 94% de materiales que realizados son entregados incompletos y/o no atendidas, impidiendo que el área realice sus operaciones.

B.1 Volumen de pedido insuficiente

Por otro lado, esto origina que la empresa realice compras inmediatas a pequeñas distribuidoras, o tiendas de materiales para el servicio técnico de radiadores agua y Mesabi las cantidades de compras inmediatas se puede observar en la Figura 31.

Figura 31. Cantidad de compras inmediatas

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Se demostró que para cumplir con las entregas de materiales se tiene que realizar compras inmediatas que representan el 81% de cantidad solicitada en el año 2017. Asimismo, es importante mencionar que el tiempo de atención de los proveedores es de un día ni bien se realiza el pedido por parte la empresa, debido a la ausencia del material, las entregas del pedido son realizadas en su mayoría a final del día, como se puede observar en la Tabla 43.

Tabla 43. Proveedores del área Servicio Técnico de la empresa

Nº	Razón Social	Tiempo de atención	Producto y/o Servicio Ofrecido	Estado
1	FABRICA DE RADIADORES FRANCO	4 día	TUBOS MESABI	Activo
2	MESABI USA	30 días	SELLOS MESABI	Activo
3	COMERCIAL DELMA	1 día	MATERIALES	Activo
4	MESABI CHILE	20 días	SELLOS MESABI	Activo
5	MAKRO	1 día	MATERIALES	Activo
6	J & L DISPEIN	1 día	PERNOS	Activo
7	COMERCIAL IVAN	1 día	MATERIALES	Activo

8	MS MATICENTRO S.A.C.	1 día	PINTURAS	Activo
9	DIMFORT S.R.L.	1 día	PERNOS	Activo
10	MAESTRO PERU S.A.	1 día	MATERIALES	Activo
11	LUBRICENTRO JANETH	1 día	MECANOL	Activo
12	FIERRO Y ACERO	1 día	MATERIALES	Activo
13	FERRETERIA JR & R	1 día	MATERIALES	Activo
14	ACRIMSA NACIONES	1 día	PERNOS	Activo
15	CLS E.I.R.L.	1 día	PERNOS	Activo
16	ARENADOS Y	1 día	ARENADO	Activo

Fuente: La empresa.

B.2 Entrega de materiales sin debido ingreso al inventario.

El almacén de materiales es de importancia para garantizar que el proceso de fabricación de radiadores no sufra de desabastecimiento de materiales, por lo tanto, cuando llegan materiales que son requeridos por de manera “urgente”, se recurre a entregar los materiales sin su respectivo procedimiento adecuado de recepción y almacenamiento. No se puede generar el ingreso al inventario, porque los materiales son necesitados inmediatamente en este caso se pierde tiempo en el despacho ya que se debe verificar si verdaderamente el material está en el área de recepción esperando a ser ingresado y esperar la autorización del encargado del almacén. Esto debe considerarse ya que no todos los materiales que retiran son de tal urgencia y en muchos casos se puede esperar el debido procedimiento evitándose tantos inconvenientes que esta práctica genera en los inventarios.

De las compras inmediatas realizadas en el año 2017 por el área encargada para la atención del pedido de materiales para los radiadores de agua y Mesabi, no son registrados dentro del almacén de la empresa metalmecánica como se observa en la Tabla 44.

Tabla 44. Registro y entrega de materiales

MATERIALES	Compras inmediatas	Materiales comprados en el momento		
		Materiales registrados y entregados a su respectivo OT	Materiales no registrados y entregados a su respectivo OT	Entregados a otro producto y comprados posteriormente
SELLOS MESABI WB	3562	1145	2417	-
SELLOS MESABI 87530	3245	1485	1760	-
SELLOS MESABI 35780	3265	1023	2242	-
TUBOS MESABI	6598	1235	5363	-
MECANOL	256	89	123	44
BASE AL ACEITE	245	75	102	68
GRASA	148	23	59	66
ESCOBILLAS DE FIERRO	108	69	23	16
AFLOJATODO	196	15	75	106
EMPAQUETADURA	235	96	42	97
VARILLA PARA SOLDAR	198	23	96	79
LACA	235	22	63	150
PINTURA NEGRA	157	60	56	41

PINTURA AMARILLA	163	37	75	51
FIL	192	61	42	89
VINAGRE	85	14	36	35
THINNER	75	26	19	30
SAL 25 KG	59	27	17	15
CINTA MASKING	145	31	54	60
REMOVEDOR	92	36	20	36
PERNOS	158	14	80	64
MASILLA	985	56	256	673
LIJA	592	69	375	148
PETROLEO	230	120	100	10
Total	21224	5851	13495	1878
%	100%	28%	64%	9%

Fuente: Elaboración propia-La empresa.

La existencia de materiales esta por muy debajo de todos los pedidos realizados. Los niveles de existencia de materiales dentro del almacén, se registra que 28% de los materiales comprados de emergencia son registrados, lo cual genera que a inicios de mes la empresa esta desabastecida de materiales de primera necesidad lo cual genera retrasos en la producción de materiales.

B.3 No existe reservas de materiales.

El área de almacén no cuenta con reservas solicitadas para pedidos de materiales al día, ya que se evidencia anteriormente que brinda materiales a otras solicitudes para cubrir sus necesidades y no realizan su registro de ingreso y salidas en resumen de stock. Asimismo, piden materiales por la clase de valoración equivocada, materiales que no se encuentran en stock, además realizan salidas de material que no demandan en el momento realizando devolución, el personal que va a retirar los materiales no tiene conocimiento de que es lo que va a retirar, pedidos en

cantidades erradas y mal digitada la unidad de medida. Todo lo anterior genera tiempos perdidos en el proceso de despacho, ver Figura 32.

Figura 32. Cantidad de materiales solicitados y stock de materiales al día.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Las existencias que se almacenan dentro la empresa metalmecánica como se observó en la figura anterior de 57 materiales requeridos solo se encuentran disponible 6 materiales, pero en una cantidad inferior, no es posible siempre predecir con exactitud el programa de ventas y producción de un producto determinado. En situaciones, como cantidades pedidas, tiempo de producción, palazo de reaprovisionamiento, la empresa tiene que protegerse ante estas variaciones razonables pero incontrolables, mediante la acumulación de stocks a niveles superiores a los que se precisarían si no existiera esta incertidumbre.

El orden de pedidos es muy frecuente, se recibe el pedido de materiales de cada línea de servicio, se realiza la compra. Sin embargo, el tiempo transcurrido de espera supera los 19 días en promedio debido a que la atención de requerimientos se realiza de acuerdo al orden que el requerimiento llegó al área de logística, una vez que se entrega los materiales proceden con la siguiente solicitud de requerimientos; se atendieron 278 solicitudes de servicio técnico en el año 2017, ver Tabla 45.

Tabla 45. Tiempo promedio de espera de materiales en el área de fabricación.

Tipo / Servicio técnico del producto	Cantidad	A tiempo	Tiempo prom. De espera	Fuera de tiempo	Tiempo prom. De espera
RADIADOR MESABI	18	1	4 días	17	13 días
RADIADOR DE AGUA	51	4	3 días	47	10 días
ENFRIADOR DE ACEITE	36	15	4 días	21	14 días
AFTERCOOLER	18	9	6 días	9	11 días
ENFRIADOR DE COMBUSTIBLE	2	0	5 días	2	12 días
INTERCOOLER	22	7	4 días	15	18 días
CONDENSADOR	6	4	4 días	2	13 día
OTROS	125	13	5 días	112	23 día
Total	278	53	4 días	225	19 días
%		19%	----	81%	----

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Se tiene que de 278 solicitudes de requerimiento de materiales el 81% de pedidos de materiales fueron entregados fuera de tiempo, afectando directamente al tiempo de entrega del trabajo en el cliente final.

B.4 Error de pronóstico.

Al pronosticar la demanda se debe tener en cuenta el asertividad del método de pronóstico dependerá del entendimiento de los patrones históricos que influyen en el comportamiento de la demanda. La inexactitud de los registros de inventarios sobre el físico, al igual que la poca confiabilidad de datos históricos de demanda, podría inducir al error en los resultados de cualquier modelo de proyección. La empresa realiza sus pronósticos de demanda en base a la experiencia de los asistentes de ventas, quienes no realizan ningún método de pronóstico, se

muestran las gráficas de la demanda proyectada para el radiador de agua y Mesabi, ver Figura 33 y 34.

Figura 33. Demanda proyectada vs Demanda real del radiador de agua.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Figura 34. Demanda proyectada vs Demanda real del radiador Mesabi.

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

C. Paradas de máquinas.

La maquinas dentro del área servicio técnico se considera paradas a: cuando la máquina llega a un punto de fuera de servicio, es decir cumplió su tiempo de uso y cuando se realiza el mantenimiento respectivo.

C.1 Máquinas fuera de servicio.

Hasta el momento las máquinas que operan dentro de esta área no han sido sustituidas, ocasionado parada del trabajo dentro del proceso de servicio técnico para los intercambiadores de calor la empresa.

C.2 Máquinas en mantenimiento

Para el mantenimiento de las máquinas de esta área, existe un programa de mantenimiento, el cual se presenta en la Tabla 46, el cual muestra la frecuencia para cada máquina.

Tabla 46. Programa de mantenimiento de máquinas en el área de servicio técnico.

CODIGO	MAQUINAS	FRECUENCIA
RAINDSAC. 001	Hidrolavadora Kärcher	8 meses
RAINDSAC. 002	Hidrolavadora Kärcher	8 meses
RAINDSAC. 003	Compresor	8 meses
RAINDSAC. 004	Maquina de soldadura arco electrico	12 meses
RAINDSAC. 005	Tecle Portico	12 meses
	HERRAMIENTAS	-
-	Tenaza MESABI	Cada vez que se utiliza
-	Sujetador MESABI	Cada vez que se utiliza
-	Manómetro	ANUAL
-	Tapones de prueba Hidrostatica	Cada vez que se utiliza
-	punzon Mesabi	Cada vez que se utiliza

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Las máquinas dentro de esta área de mantenimiento no afectan la entrega tardía del servicio técnico, porque cada mantenimiento se realiza cada 8 meses para las tres primeras máquinas y anual para las dos últimas.

Es necesario mencionar que, en la empresa, el horario laboral es de un solo turno por día, es decir, 8 horas diarias sin contar los 30 minutos de refrigerio. Además, en “Radiadores Arnao Industrial S.A.C” se trabaja de lunes a viernes durante las 52 semanas del año.

Las horas disponibles se hallaron de la siguiente manera:

Horario laboral = 8horas/día

Tiempo de refrigerio = 0.5 horas/día

Horario laboral real = 8 horas/día – 0.5horas/día = 7.5 horas/día

$$HRS.DISPONIBLES \text{ AÑO} = 7.5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 1950 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Se obtiene finalmente que tiempo de trabajo para la empresa, el cual es de 1950 horas por año, de los cuales una parte de estas horas disponibles son usadas para atender a las máquinas, además existen mantenimientos que se realizaron fuera del mantenimiento programado como se muestra en la Tabla 47.

Tabla 47. Reporte de mantenimiento de máquinas en el año 2017 - Área servicio técnico.

Máquinas en el área	Reporte de horas de mantenimiento								
	Enero- Febrero	Marzo- Abril	Mayo- Junio	Julio- Agosto	Setiembre- Octubre	Noviembre- Diciembre	Total de horas dentro del programa	Total de horas fuera del programa	TOTAL
Hidrolavadora Kärcher	2	0	0	24	7	6	24	15	39
Hidrolavadora Kärcher	0	0	0	24	5	3	24	8	32
Compresor	0	2	4	0	0	24	24	6	30
Maquina de soldadura arco electrico	0	0	0	0	0	4	4	0	4
Tecle Portico	0	0	0	0	0	4	4	0	4
Total de horas	2	2	4	48	12	41	80	29	109
% de mantenimiento							73%	27%	100%

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

El porcentaje de horas para el mantenimiento de las máquinas se halla del total de horas de la Tabla 47 entre las horas disponibles anuales calculadas con anterioridad siendo solo el 5.6% de horas para el mantenimiento de las máquinas y de este porcentaje hallado el 27% corresponde a las falladas encontradas fuera del programa de mantenimiento. Estos resultados obtenidos nos indican que no existe retrasos de entrega de producto fallas de las maquinas en esta área.

D. Falta de personal.

En el área de servicio técnico la parte operativa cuenta 6 operarios, 1 técnico con experiencia y conocimiento en intercambiadores de calor; finalmente 1 asistente de ventas involucrados directamente con el servicio del radiador. La administración de la empresa en estudio estableció una penalidad, donde si algún trabajador falta se realiza un descuento por el día que faltó más un día dominical, la cantidad de faltas se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48. Asistencia de trabajadores del área de servicio técnico.

Mes	Trabajadores	Faltas		Asistencia	
		Cant	Detalle	Cant	Detalle
Enero	8	1	---	7	---
Febrero	8	1	---	7	---
Marzo	8	0	---	8	---
Abril	8	1	---	7	---
Mayo	8	0	---	8	---
Junio	8	0	---	8	---
Julio	8	0	---	8	---
Agosto	8	0	---	8	---
Septiembre	8	1	---	7	---
Octubre	8	0	---	8	---
Noviembre	8	1	---	7	---
Diciembre	8	0	---	8	---
Total 2017		5	---	---	---

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

De los 252 días laborables en el año 2017 solo se registraron 5 faltas de los trabajadores siendo solo un 1.9% de ausencia de personal en esta área, lo cual no es factor que impacte al cumplimiento de las fechas programadas para la entrega de la fabricación de radiador.

Después de realizar el listado de causas sobre el problema principal del área se pudo demostrar la inexistencia física de materiales dentro del almacén se hace referencia a variables que no son controlables 100% por el personal de inventarios del almacén pero que pueden influir en la inexistencia física de los materiales en la empresa metalmecánica y que se deben de tener en cuenta para el presente proyecto, estas posibles causas son de difícil detección y por lo tanto de difícil medición ya que no se dejan registros por ejemplo de los errores presentados en el área de recepción, despachos, o en el incumplimiento por parte de los proveedores.

El proyecto se enfoca a mejorar la problemática atacando las causas más operativas. La inexistencia física de materiales puede hacer referencia a dos conceptos, primero puede referirse a los materiales en los que hay faltantes, es decir materiales en los que el sistema muestra una cantidad y físicamente se encuentran en menor proporción, como segunda medida se puede tomar teniendo en cuenta los materiales que por su tipo de planificación debe permanecer existencia en stock para atender cualquier eventualidad de criticidad en la planta o algún proceso de la organización. Asimismo, se muestra el resumen de cada causa en la Figura 35.

Figura 35. Diagrama del árbol para servicio técnico.

Fuente: Elaboración propia.

2.9 Impacto económico

El área de logística presenta una debilidad al no llevar a cabo una buena gestión de inventarios a la medida de la empresa metalmecánica. Y a esto se suma, la política implantada por gerencia, de comprar lo mínimo necesario para afrontar los diversos proyectos agudizando más la problemática al no contar con un stock de reserva que permita hacer frente los picos de fabricación y servicio técnico para los diferentes tipos de intercambiadores de calor. Se revisó el cálculo del impacto económico del problema agregando a la propuesta de mejora otros impactos relacionados al problema.

a. Solicitudes de servicio perdidas (ventas perdidas).

El incumplimiento de la entrega a tiempo de un producto, genera que la empresa concentre toda su capacidad en terminar las ordenes de trabajo y enviar los productos a sus respectivos clientes para que la penalidad no sea mucho mayor, esto hace que no pueda atender las solicitudes de fabricación y/o servicio técnico de un intercambiador de calor de otros clientes. Asimismo, la falta de materiales dentro del almacén produce que estas órdenes de trabajo se acumulen y no puedan ser entregados a tiempo. Se mostrará a continuación las solicitudes perdidas en dinero se desde el año 2015 al 2017, ver Tabla 49.

Tabla 49. Pérdida de ingresos (en miles de soles)

Mes	Servicio Técnico	Fabricación
Enero-Junio 2015	S/ 102.36	S/ 35.87
Julio-Diciembre 2015	S/ 119.05	S/ 39.98
Enero-Junio 2016	S/ 124.75	S/ 35.82
Julio-Diciembre 2016	S/ 105.14	S/ 38.26
Enero-Junio 2017	S/ 136.26	S/ 39.48
Julio- Diciembre 2017	S/ 153.86	S/ 43.87
TOTAL	S/ 741.40	S/ 233.28

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Se realizó el cálculo del porcentaje en dinero que representa estas pérdidas del total de los ingresos del año 2015,2016 y 2017, ver Tabla 50.

Tabla 50. Porcentaje de Ventas Perdidas.

Año	% de ventas perdido	
	Servicio Técnico	Fabricación
2015	9%	9%
2016	10%	10%
2017	9%	9%

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Para analizar la magnitud y la gravedad de estas pérdidas de ventas para la empresa metalmecánica se evaluará en función a la Tabla 51.

Tabla 51. Nivel de pérdidas de ventas

Criterio	Rango de %
Leve	1% al 3%
Moderado	4 % al 7%
Grave	8% al 10%
Muy Grave	10% a más

Fuente: La empresa.

Relacionando la Tabla 49 y 50, el nivel de pérdida en los tres años (2015, 2016 y 2017) que genera el problema según la escala de la tabla 5 representa una situación de gravedad para los ingresos anuales de la empresa. Por otro lado, con la propuesta de mejora se buscará tener un conocimiento del stock actual de los materiales, reduciendo los quiebres de stock, teniendo como consecuencia una mejora en el tiempo de la capacidad productiva de la empresa. Se tomó como ejemplo el año 2017 al 2018, de aplicarse la propuesta de mejora en la gestión de inventarios los resultados tendrán un impacto positivo, ver Tabla 52.

Tabla 52. Comparación de las ventas perdidas antes y después de la propuesta.

Año	Ventas perdidas sin la propuesta de mejora				Ventas perdidas con la propuesta de mejora	
	Servicio Técnico	Criterio	Fabricación	Criterio	Servicio Técnico / Fabricación	Criterio
2018	9%	Grave	9%	Grave	3%	Leve

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Usando las herramientas de gestión de inventarios para obtener exactitud y control de inventarios, permitió reducir ventas perdidas a niveles aceptables, la empresa obtendrá mayores ingresos y participación en el mercado.

b. Costo de hora extra.

Los costos operativos variables de la empresa metalmecánica han ido incrementando en los últimos años, con la finalidad de fidelizar al cliente y no aplicar alguna penalización por algún incumplimiento del servicio y/o fabricación, la empresa realiza una gran cantidad horas extras fuera de su plan de trabajo, ver Tabla 53

Tabla 53. Costo de horas extras.

Año / Unidad de negocio	Costo total de Hora extra	
	Servicio Técnico	Fabricación
2015	S/ 34,962.00	S/ 34,962.00
2016	S/ 38,569.00	S/ 37,458.00
2017	S/ 40,569.00	S/ 39,834.00
TOTAL	S/ 114,100.00	S/ 112,254.00

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

De la tabla anterior se puede observar el crecimiento del costo de las horas extras año tras año teniendo un impacto negativo para los intereses de la empresa y su crecimiento económico. Sin embargo, con la propuesta de mejora en la gestión de inventarios permitirá que las entregas de los productos se realicen dentro de la jornada laboral y que la empresa no recurra al pago de horas extras, ver Tabla 54.

Tabla 54. Porcentaje de impacto de costos variables

Problema: " Incumplimiento de entrega de pedido a tiempo"	
Sin la propuesta	Con la propuesta

Aumento de Costos Variables (S/.)	Reducción de los costos variables (S/.)
5% de crecimiento en Horas Extras	3% de reducción en Horas Extras

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

La empresa puede beneficiarse con esta reducción de 3% de costos variables para así crear un margen de beneficio aún mayor en sus productos o servicios.

c. Penalidades por incumplimiento de pedido.

La empresa metalmecánica hasta el año 2017 no fue sujeto a penalidades por el incumplimiento de entregas de los productos por estrategias comerciales. Sin embargo, en el año 2018 el incumplimiento injustificado de la empresa y los antecedentes de entregas tardías obligaron a los clientes aplicar ciertas penalidades por incumplimiento del servicio solicitado, ver Figura 36.

Figura 36. Penalidades por incumplimiento de entrega de producto

Fuente: La empresa.

El monto total de las penalidades que aplicaron algunos clientes abarca los S/. 7,019.00 en el 2017. Para el cálculo de la penalidad por incumplimiento de entrega del producto se obtuvo del porcentaje de penalidad por el monto a cobrar, ver ejemplo en la Tabla 55.

Tabla 55. Penalidad por retraso de entrega

Día de retraso	Porcentaje	Monto a cobrar por fabricación y/o servicio	Penalidad
1 día	1%	M	1%*M
2 días	2%	M	2%*M
3 días	6%	M	6%*M
4 días	8%	M	8%*M

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Con la aplicación de la propuesta de mejora, los resultados que se espera es que no exista ninguna clase de penalidad con la entrega tardía de los productos como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56. Comparación de penalidad antes y después.

Año	Sin propuesta	Con propuesta
	Pérdida de Ingresos	No afecta a los ingresos
	% de pérdida del total	% de pérdida del total
2017 -2018	0.19%	0%

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

2.10 Planteamiento de hipótesis.

De acuerdo a la situación actual de la empresa metalmecánica, la cual se estudió en el Capítulo 2, del presente trabajo se busca una propuesta de mejora que abarca técnicas de pronóstico y un adecuado control de inventarios, con el objetivo principal de asegurar el aprovisionamiento de los materiales necesarios para la producción y ofrecer una retroalimentación en caso se necesite realizar alguna mejora adicional. A través de esta mejora, se espera que la empresa cuente con un pronóstico más preciso de la demanda durante el proceso de planificación del abastecimiento, de esta manera evitando pérdidas económicas, tales como penalidades, por el incumplimiento de plazos de entrega previamente pactados con sus clientes; así como también el cese de recurrir a compras por contingencia y finalmente elevar el nivel de servicio sin comprometer la rentabilidad de la empresa.

Teniendo conocimiento de la causa que origina el mismo problema en cada área de la empresa, se plantean metodologías que pretenderá resolver el problema del incumpliendo de entrega de los radiadores por la falta de existencia de materiales dentro del almacén. La falta de stock mínimo ocasiona que la parte operativa no pueda continuar con sus labores, ocasionando tiempos improductivos para la fabricación y servicio técnico. Asimismo, se desconoce el pedido exacto de los materiales para cada tipo de intercambiadores de calor, además se desconoce un método para eventos futuros como la demanda de productos, por ello las metodologías planteadas se muestra Figura 37.

Figura 37. Metodología de gestión de inventarios.

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, la hipótesis que pretende solucionar el problema. Es decir, mediante un conjunto de afirmaciones que permite esclarecer una situación, se presenta a continuación:

Hipótesis 1: La elaboración de la clasificación de materiales a partir del ABC multicriterio, afectará directamente a la disminución de entrega de productos a otras ordenes de trabajo. Por lo tanto, disminuirá los reclamos hacia el almacén y aumentará el cumplimiento del mismo.

Hipótesis 2: Aplicando el modelo de lote óptimo de inventarios acompañado de un stock de seguridad y pronósticos, se disminuirá los quiebres de stock dentro del almacén y aumentará el cumplimiento de la fecha de entrega del radiador.

Hipótesis General:

Con la mejora de la gestión de inventarios se logrará aumentar el cumplimiento de entrega de los productos hacia los clientes y evitar quiebres de stock dentro del almacén de materiales de la empresa en estudio.

CAPÍTULO 3. DISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA.

El presente capítulo tiene como objetivo desarrollar el diseño de propuesta de mejora en la gestión de inventarios para la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C.

Las causas que originan esta propuesta se basan en: Demora en atención en materiales de los almacenes de las dos unidades de negocios: fabricación o servicio técnico, falta de proyección de demanda para programar las compras y prever desabastecimiento de materiales para dar inicio al proceso de fabricación o de servicio técnico; las cuales originan el problema de entrega de productos y servicios a los clientes fuera de tiempo programado, generando malestar y reclamos, siendo este un riesgo de pérdida de clientes para la empresa, las cuales se detallan en el Capítulo 2; las herramientas de ingeniería a utilizar para el desarrollo de la propuesta de mejora se basan en aplicar el ABC multicriterio, debido a que existen más de un criterio de análisis para resolver el problema de gestión que actualmente tiene la empresa en estudio, aplicando sólo una clasificación ABC no ayuda a enriquecer el análisis de la propuesta de mejora; luego se hace uso de la herramienta de ingeniería denominada pronóstico para ser utilizado en el pronósticos de las ventas para el año 2017, por otra parte se tiene la herramienta de stock mínimo y de seguridad, las cuales ayudarán a minimizar las causas de desabastecimiento por parte del almacén hacia las unidades de negocio de fabricación y de servicio técnico, teniendo en cuenta que no existe un criterio definido de determinar los stocks mínimos y los stocks de seguridad para materiales que son fundamentales tenerlos en el almacén para asegurar la producción de ambas unidades de negocio y lograr la satisfacción del cliente; finalmente se hace uso de la herramienta de lote óptimo, el cual ayuda a tener en cuenta la cantidad óptima que se debe pedir por tipo de material identificado dentro del criterio ABC multicriterio, sin embargo debido a que los ítems que maneja la empresa en estudio son menos de 100 ítems para efectos de cálculo se calcula los mismos para la totalidad de los ítems en materiales, de similar forma se trabaja para stock mínimo y de seguridad. A continuación, se muestra la Tabla 50, donde se resume las causas encontradas en el capítulo 2, las herramientas de ingeniería a utilizar y el proceso de la empresa que se relaciona a la causa y a la mejora.

Tabla 57 Resumen identificación de: Causas-Herramienta de Ingeniería y Proceso.

Causa encontrada	Herramienta de ingeniería	Proceso de la empresa
<p>Dentro de las causas a los problemas de desabastecimiento o demora en la atención de ambos almacenes de la empresa en estudio hacia sus unidades de negocio se tiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificultad en conseguir a último momento. - Importancia: no se da la importancia debida de acuerdo a la importancia del material dentro del proceso productivo o de servicio técnico. 	<p>ABC Multicriterio: permite una clasificación ABC bajo diferentes criterios de análisis, los cuales enriquecen el análisis y los resultados de los mismos; que para este trabajo los criterios son: Importancia-Dificultad y Costo</p>	<p>Esta herramienta ayuda a minimizar la causa en la gestión de compras dentro del área logística de la empresa, asegurando abastecimiento a las dos unidades de negocio.</p>
<p>Una orden de fabricación o servicio no se llega a realizar en el tiempo programado debido a la falta de stock de algún componente en cualquiera de las 2 unidades de negocio.</p>	<p>Stock de Seguridad: Permite cuidar y asegurar la existencia de stock en los materiales de clasificación ABC de acuerdo al análisis de multicriterio</p>	<p>Esta herramienta contribuyen a minimizar el riesgo de desabastecimiento a las unidades de negocio, a la vez permiten una mejor gestión en la gestión de los almacenes y en la gestión de compras.</p>
<p>Las causas del ítem anterior suceden con frecuencia debido a la falta de proyección de la demanda y compras de emergencia por ítem en cada almacén.</p>	<p>Lote óptimo: Permite definir la cantidad a comprar y minimiza el tiempo de aprobación de cantidad a comprar por requerimiento de compra ante Gerencia.</p>	<p>Esta herramienta de ingeniería contribuye en la proyección de carga de trabajo y proyección de las compras, siendo ambos de vital importancia por estar relacionado al ingreso por ventas futuras y desembolsos a realizar para alcanzar esas ventas.</p>
<p>La falta de control de ingresos, genera que los datos de materiales estén erróneos</p>	<p>Pronósticos: Permite una mejor gestión de compras que beneficia a las unidades de negocio respecto al abastecimiento y a la gerencia respecto a compras por costo de oportunidad.</p>	<p>Estas herramientas a la vez contribuyen y complementan a las otras herramientas en la mejora de la gestión de inventarios en la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C.</p>

Fuente: Elaboración propia.

3.1Diseño de la propuesta.

Debido a los problemas expuestos en el Capítulo 2 se decide trabajar con la metodología de ABC multicriterio porque ayuda a clasificar los materiales haciendo uso de más de un criterio, los cuales se toman en base a la importancia que tiene el material para el proceso productivo, en base a su facilidad o dificultad para la adquisición y en base al costo, teniendo claro que materiales son los prioritarios para el proceso de fabricación y servicio técnico, es decir para las dos unidades de negocio de la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C., luego se procederá a calcular el pronóstico de ventas, para luego calcular el stock mínimo que se requiere en base a ventas del año 2017, de similar forma para hallar el stock de seguridad, ambas estrechamente relacionadas para obtener el stock de seguridad y posteriormente calcular el lote óptimo, con ello se tendría estructurado las bases para ordenar la forma de trabajo que viene realizando el almacén, poniendo en orden la gestión de inventarios.

A continuación, se muestra la Tabla 58 con el diagrama de Gantt de cómo se aplicará la metodología en el tiempo de implementación.

Tabla 58.Diagrama de Gantt de aplicación de metodología

Metodología	Detalle	Semana				Leyenda de Semanas:				
		37	38	39	40		Del		Al	
						Semana N° 37	11	Septiembre	15	Septiembre
						Semana N° 38	18	Septiembre	22	Septiembre
						Semana N° 39	25	Septiembre	29	Septiembre
						Semana N° 40	2	Octubre	6	Octubre
ABC Multicriterio	Establecer los criterios de selección.									
	Realizar la clasificación de materiales									
	Ordenamiento y distribución de los materiales dentro del almacén.									
	Establecer las políticas del almacén									
Pronóstico	Realizar la prueba de error de los pronósticos.									
	Establecer el pronóstico con menor error.									
Stock de seguridad	Realizar los cálculos de stock de seguridad para cada material clasificado por el método ABC multicriterio.									
	Establecer las políticas de stock de seguridad.									
Lote óptimo	Calcular el volumen óptimo de material									
	Elección de proveedores.									

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Desarrollo de la propuesta.

3.2.1 ABC Multicriterio.

Con la finalidad de realizar un mejor análisis de clasificación ABC en la gestión de inventarios de la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C., se procede a realizar esta clasificación utilizando criterios de clasificación por materiales por unidad de negocio.

Para la clasificación de materiales se definen criterios de evaluación basados en mejorar el problema en estudio y asegurar la productividad y cumplimiento de entrega de los pedidos en fabricación y servicio técnico con calidad óptima a los clientes de la empresa metalmecánica, evitando reclamos y riesgos de perder al cliente potencial de la empresa en estudio.

A continuación, se describen los criterios de evaluación a considerar:

Los seis criterios mencionados: Importancia del proceso, dificultad de compra y costo se evalúan de acuerdo al siguiente rango, ver Tabla 59.

Tabla 59 Criterios de clasificación para el método ABC multicriterio.

Criterios	Descripción	Puntaje	Detalle del puntaje
Tiempo de entrega	Entrega de materiales por parte de los proveedores a la empresa	3	Entrega del material 1 día
		2	Entrega del material 2 día
		1	Entrega del material 3 días a más.
Número de proveedores	Cantidad de proveedores para adquirir el material	3	De 4 a mas proveedores
		2	De 3 a 2 proveedores
		1	Unico proveedor
Dificultad de compra	Dificultad para comprar el material	3	Fácil de conseguir el material
		2	Requiere de esfuerzos para conseguir el material
		1	Muy difícil de conseguir el material
Costo Unitario	Valor del material	3	Valor de s/0.00 a s/ 5.00
		2	Valor de s/5.00 a s/20.00
		1	Valor de s/20.00 a más
Existencia dentro del almacén	El producto se encuentra dentro del almacén	3	Existe el producto 3 a mas unidades
		2	Existe el producto menor igual a 2 unidades
		1	No se encuentra disponible
Importancia en el proceso	Material indispensable para el proceso de fabricación	3	Material directamente base para el producto
		2	Material de apoyo en la elaboración del producto
		1	Material no directamente relacionado con el producto

Fuente: Elaboración propia.

Donde los puntos descritos dentro del rango de la Tabla 59 por criterio se entiende que una calificación que tiende al número 3 como máximo implica mayor importancia según sea el criterio de clasificación, mientras que una calificación que se acerque al 1 implica menor importancia o según sea el criterio seleccionado.

Los criterios seleccionados y mencionados para la clasificación ABC Multicriterio están enfocados en mejorar el inventario de la empresa metalmecánica y definir una política de control de inventarios a todos los productos pertenecientes a una misma categoría. Con esta herramienta se busca optimizar el nivel de servicio, sin exceder costos de inventario. Por tanto, el nivel de servicio representa una compensación entre costos de inventario y costos por falta de existencias.

A continuación, se justifica las dimensiones del nivel de servicio por categoría de la clasificación ABC Multicriterio, ver Tablas 60, 61 y 62.

Tabla 60. Nivel de servicio, categoría A.

Nivel de Servicio	Inventario de seguridad	Costos de mantenimiento	Costos por faltantes	Costo total
92%	S/1,642.00	S/148.00	S/1,127.00	S/2,917.00
93%	S/1,708.00	S/151.00	S/987.00	S/2,846.00
94%	S/1,963.00	S/160.00	S/699.00	S/2,822.00
95%	S/2,172.00	S/169.00	S/465.00	S/2,806.00
98%	S/2,313.00	S/177.00	S/299.00	S/2,789.00
99%	S/2,540.00	S/180.00	S/0.00	S/2,720.00

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Tabla 61. Nivel de servicio, categoría B.

Nivel de Servicio	Inventario de seguridad	Costos de mantenimiento	Costos por faltantes	Costo total
93%	S/983.00	S/245.00	S/986.00	S/2,214.00
94%	S/1,009.00	S/319.00	S/758.00	S/2,086.00
95%	S/1,172.00	S/456.00	S/375.00	S/2,003.00
97.5%	S/1,326.00	S/598.00	S/0.00	S/1,924.00
98%	S/1,578.00	S/672.00	S/0.00	S/2,250.00
99%	S/1,743.00	S/789.00	S/0.00	S/2,532.00

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Tabla 62. Nivel de servicio, categoría C.

Nivel de Servicio	Inventario de seguridad	Costos de mantenimiento	Costos por faltantes	Costo total
92%	S/278.00	S/127.00	S/429.00	S/834.00
93%	S/359.00	S/134.00	S/274.00	S/767.00
94%	S/423.00	S/147.00	S/143.00	S/713.00
95%	S/530.00	S/159.00	S/0.00	S/689.00
98%	S/689.00	S/165.00	S/0.00	S/854.00
99%	S/756.00	S/178.00	S/0.00	S/934.00

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Para la clasificación de productos ABC se trabajará de acuerdo a la clasificación ABC de productos y servicios realizados en Tabla 14 y Tabla 16 descritas en el Capítulo 2, de donde se tiene:

- De la Tabla 14: Los productos que fabricación: Para radiador de agua y radiador de aceite correspondiente al año 2017 tienen una clasificación A con un 40.63% y 17.19% de participación respecto a unidades respectivamente; y 31.16% y 30.37% de participación respecto a ingresos en soles respectivamente.
- De la Tabla 16: Los servicios técnicos: Para radiador de Mesabi y radiador de agua correspondiente al año 2017 tienen una clasificación A con un 5.31% y 44.20% de participación respecto a unidades respectivamente; y 48.29% y 27.98% de participación respecto a ingresos en soles respectivamente.

En base a la información obtenida de la clasificación ABC de productos y servicios se procede a identificar los materiales que se requiere para fabricación de los radiadores de agua y aceite, obteniendo una clasificación ABC basado en los criterios de evaluación descritos líneas arriba y la Tabla 53 mostrada con anterioridad, teniendo como resultado las siguiente Tabla 63 y Figura 38.

Tabla 63. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de fabricación.

	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							REQ ANUAL						
MATERIAL	UNIDAD	Soles/Und	Tiempo de entrega	Número de proveedores	Dificultad de compra	Costo Unitario	Existencia dentro del almacén	Importancia en el proceso	TOTAL	UNIDADES	SOLES	Porcentaje	Porcentaje acumulado	CLASIF.
TUBOS DE BRONCE	UNIDAD	S/. 45.00	1	2	2	1	1	3	10	1570	S/. 70,650.00	11.81%	11.81%	A
SOLDADURA DE PLATA	KG	S/. 45.00	2	2	2	1	1	3	11	1235	S/. 55,575.00	9.29%	21.11%	
LAMINAS DE ALUMNIO	UNIDAD	S/. 60.00	2	2	2	1	1	3	11	1760	S/. 105,600.00	17.66%	38.76%	
TUBOS DE COBRE	UNIDAD	S/. 60.00	2	2	2	1	1	3	11	1569	S/. 94,140.00	15.74%	54.50%	
TUBOS DE ALUMINIO	UNIDAD	S/. 30.00	2	2	2	1	1	3	11	1532	S/. 45,960.00	7.68%	62.19%	
LAMINAS DE LATON	UNIDAD	S/. 60.00	2	3	2	1	1	3	12	1816	S/. 108,960.00	18.22%	80.41%	
SOLDADURA DE ESTAÑO	KG	S/. 25.00	2	2	2	2	1	3	12	2566	S/. 64,150.00	10.73%	91.13%	B
FIL	UNIDAD	S/. 63.00	3	3	3	1	1	1	12	152	S/. 9,576.00	1.60%	92.73%	
PINTURA NEGRA	GALÓN	S/. 55.00	3	3	3	1	1	2	13	320	S/. 17,600.00	2.94%	95.68%	
PINTURA BLANCA	GALÓN	S/. 55.00	3	3	3	1	1	2	13	253	S/. 13,915.00	2.33%	98.00%	C
ESCOBILLAS DE FIERRO	UNIDAD	S/. 12.00	3	2	3	2	1	3	14	301	S/. 3,612.00	0.60%	98.61%	
REMOVEDOR	UNIDAD	S/. 27.00	3	3	5	1	1	2	15	258	S/. 6,966.00	1.16%	99.77%	
LIJA	UNIDAD	S/. 3.50	3	3	3	3	1	3	16	389	S/. 1,361.50	0.23%	100.00%	
TOTAL									161	12200	S/. 598,065.50	100%		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de fabricación.

Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de establecer una política para la clasificación ABC para la unidad de negocio de materiales de fabricación, se procede a re-asignar el área de almacén respectivo en función a la cantidad mensual que se manejará por tipo de material, se espera mejorar la calidad de cumplimiento de entrega de los trabajos de fabricación y por ende mejorará el nivel de colocación de pedidos de los clientes hacia la empresa, para lo cual el almacén se encontrará adecuadamente distribuido permitiendo tener el espacio adecuado desde ahora, sin necesidad de tener que hacer una nueva distribución de área posteriormente a un incremento de pedido para esta unidad de negocio.

El área destinada para el almacén de materiales para la unidad de negocio de fabricación es de: $3\text{m} \times 4\text{m} \times 4\text{m} = 48 \text{ m}^3$, del cual el 21.35% del espacio se destina a pasadizos y aires libres, mientras que el almacén tiene una utilización del 78.65%, equivalente a 37.75 m^3 , según se puede observar en la Figura 39 y los materiales se muestra en la siguiente Tabla 64.

Figura 39. Distribución de materiales en el almacén de fabricación.

Tabla 64. Materiales clasificados del área de fabricación

MATERIAL	CLASIFICACIÓN
TUBOS DE BRONCE	A
SOLDADURA DE PLATA	
LAMINAS DE ALUMINIO	
TUBOS DE ALUMINIO	
LAMINAS DE LATON	B
SOLDADURA DE ESTAÑO	
FIL	
PINTURA NEGRA	C
PINTURA BLANCA	
ESCOBILLAS DE FIERRO	
REMOVEDOR	
LIJA	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la distribución de área por ítem según distribución ABC de materiales para la unidad de fabricación se establecen las siguientes **políticas para la clasificación ABC**:

- Los artículos clasificados como A deben ser sometidos a un estricto control de inventarios, debido a que aquí se encuentran los materiales que tienen mayor importancia para el proceso de fabricación, son los materiales los cuales se tiene una cierta dificultad de compra por ser especiales y son las que representan mayor inversión en costo. A su vez deben estar ubicadas en el almacén en un área específica, con seguridad mayor respecto a los demás y con estricto control de seguimiento respecto al pronóstico de demanda, y estricto control stock de seguridad y lote óptimo con la finalidad de evitar el desabastecimiento de la unidad de negocio de fabricación de radiadores. Del 100% de área del almacén se debe acondicionar el 52% de área para clasificar los materiales. Toda compra de clasificación A debe tener autorización de Gerencia previa sustentación técnica de la compra con la debida anticipación.
- Los artículos clasificados como B, son aquellos que siguen en importancia de almacenamiento, cuidado, y seguimiento al inventario respecto a de clasificación A; sin embargo, igual debe realizarse los mismos controles, pero con menor frecuencia, con un área del 37% del total del área destinado para el almacén.
- Respecto a los artículos clasificados como C, son aquellos que, si bien tienen un lugar específico en el almacén como parte de orden y la clasificación, requiere de controles con menor frecuencia que los artículos clasificados como B. Es importante resaltar que los materiales dentro de esta clasificación si van a ser utilizados dentro del proceso de fabricación, sólo que se requerirán cuando el proceso esté entre el 50 y 60% de avance: más no desde el inicio de la fabricación. El espacio físico designado para estos materiales será el C con un área del 11% respecto al área total.

Es de importancia indicar que la **prioridad de compra** está dada por la clasificación y específicamente dentro de la clasificación A por tener que pasar por aprobación de Gerencia y requieren de un tratamiento formal donde depende de la disponibilidad de la Gerencia; dando prioridad de requerimiento de compra para los materiales de mayor costo y cantidad, seguido de los materiales de clasificación B, seguidamente la clasificación C: Por temas básicamente de costos, tiempo de entrega por parte del proveedor y prioridad de utilización en orden de uso en las líneas de fabricación con la finalidad de evitar desabastecimiento.

El **nivel de servicio** que se debe trabajar para la unidad de negocio de fabricación son:

- Clasificación A, Nivel de servicio del 99%: Porque son materiales de vital importancia, a pesar de la proyección de la demanda siempre existe la probabilidad de incremento o decremento del 5% según información proporcionada por la gerencia y jefatura de ventas y se requiere asegurar abastecimiento a las líneas de producción dentro de esta unidad de negocio.
- Clasificación B, Nivel de servicio del 97.5%: Porque son materiales de compra local, de fácil acceso a ello, aunque se requiere partir la orden por tipo de proveedor, sin embargo, de acuerdo a lo coordinado con Gerencia y validado por el área de producción y ventas: este porcentaje es aceptable, permitiendo asegurar stock en el almacén.
- Clasificación C, Nivel de servicio del 95%: Aquí el nivel de servicio es menor debido a que son materiales de fácil adquisición, si bien es cierto por la cantidad algunas veces requerirá de aprobación de Gerencia. Sin embargo, es manejable como compra anticipada o a último momento, aunque la propuesta de este trabajo pretende que todo sea técnicamente

En base a la información obtenida de la clasificación ABC de productos y servicios se procede a identificar los materiales que se requiere para servicio técnico, obteniendo una nueva clasificación ABC basado en los criterios de evaluación descritos líneas arriba, teniendo como resultado las siguientes Tabla 56 y Figura 41.

Tabla 65. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de servicio técnico.

MATERIAL	Soles/ Und	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							REQ ANUAL			Porcentaje acumulado	Clasificación
		Tiempo de entrega	Número de proveedores	de dificultad de compra	Costo Unit.	Existencia dentro del almacén	Importancia en el proceso	TOTAL	UNID	SOLES	Porcentaje		
SELLOS	S/. 6.00	1	2	1	2	1	3	10	3562	S/. 21,372.00	5.53%	5.53%	A
SELLOS	S/. 5.00	1	1	1	3	1	3	10	3245	S/. 16,225.00	4.20%	9.73%	
SELLOS	S/. 5.00	1	1	1	3	2	3	11	3265	S/. 16,325.00	4.23%	13.96%	
TUBOS MESABI	S/. 40.00	2	2	2	1	1	3	11	6598	S/. 263,920.00	68.31%	82.27%	
MECANOL	S/. 20.00	1	3	3	1	1	2	11	256	S/. 5,120.00	1.33%	83.59%	B
BASEAL	S/. 35.00	1	3	3	1	1	2	11	245	S/. 8,575.00	2.22%	85.81%	
GRASA	S/. 20.00	3	3	2	1	1	2	12	148	S/. 2,960.00	0.77%	86.58%	
ESCOBILLAS	S/. 30.00	2	3	3	1	1	2	12	108	S/. 3,240.00	0.84%	87.42%	
AFLOJATODO	S/. 18.00	2	3	3	2	1	2	13	196	S/. 3,528.00	0.91%	88.33%	
EMPAQUETAD	S/. 25.00	2	3	3	2	1	2	13	235	S/. 5,875.00	1.52%	89.85%	
VARILLA PARA	S/. 20.00	2	3	3	2	1	2	13	198	S/. 3,960.00	1.02%	90.88%	
LACA	S/. 10.00	2	3	3	2	1	2	13	235	S/. 2,350.00	0.61%	91.49%	
PINTURA	S/. 45.00	2	3	3	1	2	2	13	157	S/. 7,065.00	1.83%	93.31%	
PINTURA	S/. 45.00	2	3	3	1	2	2	13	163	S/. 7,335.00	1.90%	95.21%	
FIL	S/. 35.00	3	3	3	1	1	2	13	192	S/. 6,720.00	1.74%	96.95%	C
VINAGRE	S/. 12.00	3	3	3	2	1	2	14	85	S/. 1,020.00	0.26%	97.22%	
THINNER	S/. 15.00	3	3	3	2	1	2	14	75	S/. 1,125.00	0.29%	97.51%	
SAL 25 KG	S/. 25.00	3	3	3	1	2	2	14	59	S/. 1,475.00	0.38%	97.89%	
CINTA	S/. 3.50	3	3	3	2	1	2	14	145	S/. 507.50	0.13%	98.02%	
REMOVEDOR	S/. 20.00	2	3	3	2	2	2	14	92	S/. 1,840.00	0.48%	98.50%	
PERNOS	S/. 0.40	3	3	2	3	1	3	15	158	S/. 63.20	0.02%	98.51%	
MASILLA	S/. 3.50	3	3	3	3	1	2	15	985	S/. 3,447.50	0.89%	99.41%	
LIJA	S/. 3.50	3	3	3	3	2	2	16	592	S/. 2,072.00	0.54%	99.94%	
PETROLEO	S/. 0.98	3	3	3	3	1	3	16	230	S/. 225.40	0.06%	100.00%	
TOTAL										S/. 386,345.60	100%		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Clasificación ABC materiales para la unidad de negocio de servicio técnico

Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de establecer una política para la clasificación ABC para la unidad de negocio de servicio técnico, se procede a re-asignar el área de almacén respectivo en función a la cantidad mensual que se manejará por tipo de material, teniendo en cuenta que las cantidades respecto a stock mínimo y stock de seguridad: de los 24 ítems que se manejan para esta unidad de negocio sólo 4 ítems pertenecen a la clasificación A , mientras que los 20 ítems restantes pertenecen al clasificación B y C, por ello se trabajará con la cantidad promedio de materiales que se requerirá por mes, teniendo en cuenta que posterior a la implementación se espera mejorar la calidad de cumplimiento de entrega de los trabajos de fabricación y por ende mejorará el nivel de colocación de pedidos de los clientes hacia la empresa, para lo cual el almacén se encontrará adecuadamente distribuido permitiendo tener el espacio adecuado desde ahora, sin necesidad de tener que hacer una nueva distribución de área posteriormente a un incremento de pedido para esta unidad de negocio.

El área destinada para el almacén de materiales para la unidad de negocio de servicio técnico es de: $3\text{m} \times 8\text{m} \times 4\text{m} = 96 \text{ m}^3$, del cual el 22.50% del espacio se destina a pasadizos y aires libres, mientras que el almacén tiene una utilización del 77.50%, equivalente a 74.40 m^3 , según se muestra en la siguiente Figura 41.

Figura 41. Distribución de materiales dentro del almacén para el área de servicio técnico.

De acuerdo a la distribución de área por ítem según distribución ABC de materiales para la unidad de servicio técnico se establecen las siguientes **políticas para la clasificación ABC**:

- **Los artículos clasificados como A** deben ser sometidos a un estricto control de inventarios, debido a que aquí se encuentran los materiales que tienen mayor importancia para realizar el servicio técnico, aquí se encuentran los materiales con mayor dificultad de encontrar en el mercado por tener características específicas como materiales importados, los cuales deben tener una ubicación especial dentro la ubicación de esta clasificación debido a que los materiales importados no pueden estar fallados y se debe minimizar cualquier mínimo riesgo de accidente, por tanto deben

tratarse con suma seguridad o con seguridad mayor respecto a los demás y con estricto control de seguimiento respecto al pronóstico de demanda, y estricto control de stock mínimo, stock de seguridad y lote óptimo con la finalidad de evitar el desabastecimiento de la unidad de negocio de fabricación de radiadores. Del 100% de área del almacén se debe acondicionar el 51% del espacio para clasificar los materiales. Las compras de estos materiales pueden ser a crédito con carta fianza para casos de importación y deberán tener un cuidado adicional respecto a los materiales nacionales aun estando dentro de la misma clasificación. Toda compra de clasificación A debe tener autorización de Gerencia previa sustentación técnica de la compra con la debida anticipación.

- **Los artículos clasificados como B**, son aquellos que siguen en importancia de almacenamiento, cuidado, y seguimiento al inventario respecto a de clasificación A. Sin embargo, igual debe realizarse los mismos controles, pero con menor frecuencia, con un área del 21% del total del área destinado para el almacén. Los artículos de clasificación B también deben tener autorización de Gerencia.
- **Respecto a los artículos clasificados como C**, son aquellos que, si bien tienen un lugar específico en el almacén como parte de orden y la clasificación, requiere de controles con menor frecuencia que los artículos clasificados como B. Es importante resaltar que los materiales dentro de esta clasificación si van a ser utilizados dentro del proceso de fabricación, sólo que se requerirán cuando el proceso esté entre el 50 y 60% de avance: más no desde el inicio de la fabricación. El espacio físico designado para estos materiales será el C con un 28% de área asignado.

Es de importancia indicar que la **prioridad de compra** está dada por la clasificación y específicamente dentro de la clasificación A por tener que pasar por aprobación de Gerencia y requieren de un tratamiento formal donde depende de la disponibilidad de la Gerencia; dando prioridad de requerimiento de compra para los materiales importados, seguido de los materiales de clasificación B, seguidamente la clasificación C: Por temas básicamente de costos, tiempo de entrega por parte del proveedor y prioridad de utilización en orden de uso en las líneas de servicio técnico.

El **nivel de servicio** que se debe trabajar para la unidad de negocio de servicio técnico son:

Clasificación A - Nivel de servicio del 99%: Porque son materiales de vital importancia, siendo algunos importados y a pesar de la proyección de la demanda siempre existe la probabilidad de

incremento o decremento del 5% según información proporcionada por la gerencia y jefatura de ventas y se requiere asegurar abastecimiento a las líneas de producción dentro de esta unidad de negocio.

Clasificación B - Nivel de servicio del 97.5%: Porque son materiales de compra local, de fácil acceso a ello, aunque se requiere partir la orden por tipo de proveedor, sin embargo, de acuerdo a lo coordinado con Gerencia y validado por el área de producción y ventas: este porcentaje es aceptable, permitiendo asegurar stock en el almacén.

Clasificación C - Nivel de servicio del 95%: Aquí el nivel de servicio es menor debido a que son materiales de fácil adquisición, si bien es cierto por la cantidad algunas veces requerirá de aprobación de Gerencia, sin embargo es manejable como compra anticipada o a último momento, aunque la propuesta de este trabajo pretende que todo sea técnicamente calculado, planificado se debe cumplir con las definiciones de stock de seguridad, stock mínimo y lote económico y las políticas de clasificación.

3.3.1 Elección de pronóstico.

Elección de pronóstico para el área de fabricación.

a. Radiador de Aceite.

Para este tipo de modelo de radiador se analizará el coeficiente de relación de la demanda para determinar el comportamiento de la demanda, se obtiene un coeficiente de correlación de 0.3 a lo largo de los periodos con una relación débil según la Tabla 66.

Tabla 66. Criterio del coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Mínimo	Máximo	Relación
0.3	0.96	1.00	Perfecta
	0.85	0.95	Fuerte
	0.70	0.84	Significativa
	0.50	0.69	Moderada
	0.20	0.49	Débil
	0.10	0.19	Muy débil

	0.09	0.00	Nula
--	------	------	------

Después de determinar el coeficiente de correlación, se analizó la tendencia de la demanda según la base de datos de la empresa, se escogerá quien presente el menor error de los diferentes modelos como se puede observar en la siguiente Tabla 67.

Tabla 67 Medidas de exactitud.

Medidas de exactitud	Tendencia Lineal	Tendencia Cuadrática
MAPE	39.23	39.49
MAD	0.70	0.70
MSD	0.72	0.72

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de desempeño para este producto más conocido como el error porcentual será la tendencia lineal como se muestra en la Figura 44

Figura 42. Análisis de tendencia del radiador de aceite.

Fuente: Elaboración propia.

b. Radiador de agua

Para este tipo de modelo de radiador se analizará el coeficiente de relación de la demanda para determinar su comportamiento, se obtiene un coeficiente de correlación de 0.17 a lo largo de los periodos con una relación muy débil según los rangos de la Tabla 68.

Tabla 68. Coeficiente de correlación para el radiador de agua

Coeficiente de correlación	Mínimo	Máximo	Relación
0.17	0.96	1	Perfecta
	0.85	0.95	Fuerte
	0.7	0.84	Significativa
	0.5	0.69	Moderada
	0.2	0.49	Débil
	0.1	0.19	Muy débil
	0.09	0	Nula

Después de determinar el coeficiente de correlación, se analizó la tendencia de la demanda según la base de datos de la empresa, se escogerá quien presente el menor error de los diferentes modelos como se puede observar en la siguiente Tabla 69.

Tabla 69. Medidas de exactitud para el radiador de agua.

Medidas de exactitud	Tendencia Lineal	Tendencia Cuadrática	Tendencia Exponencial
MAPE	82.86	83.55	66.99
MAD	1.83	1.81	1.84
MSD	4.54	4.23	4.99

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de desempeño para este producto más conocido como el error porcentual será la tendencia exponencial por presentar el 66.99 a diferencia de los otros modelos con tendencia como se muestra en la Figura 43.

Figura 43. Análisis de la tendencia para el radiador de agua.

Fuente: Elaboración propia.

Elección de pronóstico para el área de servicio técnico.

1. Radiador de agua

Para este tipo de modelo de radiador se analizará el coeficiente de relación de la demanda para determinar el comportamiento de la demanda, se obtiene un coeficiente de correlación de -0.14 a lo largo de los periodos con una relación débil según los rangos de la Tabla 70.

Tabla 70. Coeficiente de correlación para el radiador de agua (servicio técnico)

Coeficiente de correlación	Mínimo	Máximo	Relación
-0.14	±0.96	±1	Perfecta
	±0.85	±0.95	Fuerte
	±0.70	±0.84	Significativa
	±0.50	±0.69	Moderada
	±0.20	±0.49	Débil

	±0.10	±0.19	Muy débil
	±0.09	0.00	Nula

Fuente: Elaboración propia.

Después de determinar el coeficiente de correlación, se analizó la tendencia de la demanda según la base de datos de la empresa, se escogerá quien presente el menor error de los diferentes modelos como se puede observar en la siguiente Tabla 72

Tabla 71. Medidas de exactitud para el radiador de gua (servicio técnico)

Medidas de exactitud	Tendencia Lineal	Tendencia Cuadrática	Tendencia Exponencial	Tendencia de Curva S
MAPE	52.37	52.32	47.99	45.87
MAD	3.03	3.03	3.13	3.47
MSD	15.01	15.01	15.92	18.32

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de desempeño para este producto más conocido como el error porcentual será la tendencia curva S por presentar el 45.87 a diferencia de los otros modelos con tendencia como se muestra en la Figura 44.

Figura 44. Análisis de la tendencia del radiador de agua (servicio)

2. Radiador Mesabi.

Para este tipo de modelo de radiador se analizará el coeficiente de relación de la demanda para determinar el comportamiento de la demanda, se obtiene un coeficiente de correlación de 0.25 a lo largo de los periodos con una relación débil según los rangos de la Tabla 72.

Tabla 72 Coeficiente de correlación para el radiador Mesabi (servicio técnico).

Coeficiente de correlación	Mínimo	Máximo	Relación
0.25	± 0.96	± 1	Perfecta
	± 0.85	± 0.95	Fuerte
	± 0.70	± 0.84	Significativa
	± 0.50	± 0.69	Moderada
	± 0.20	± 0.49	Débil
	± 0.10	± 0.19	Muy débil
	± 0.09	0.00	Nula

Fuente: Elaboración propia.

Después de determinar el coeficiente de correlación, se analizó la tendencia de la demanda según la base de datos de la empresa, se escogerá quien presente el menor error de los diferentes modelos como se puede observar en la siguiente Tabla 73.

Tabla 73 Medidas de exactitud para el radiador Mesabi.

Medidas de exactitud	Tendencia Lineal	Tendencia Cuadrática	Tendencia de Curva S
MAPE	41.23	39.65	48.09
MAD	0.82	0.79	1.11

MSD	0.95	0.92	1.95
------------	------	------	------

El indicador de desempeño para este producto más conocido como el error porcentual será la tendencia cuadrática con un MAPE de 39.65 a diferencia de los otros modelos con tendencia, se muestra dicho modelo en la Figura 45.

Figura 45. Análisis de tendencia para el radiador Mesabi.

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la empresa siempre busca la mayor exactitud en la información para tomar las decisiones con el menor riesgo posible, esto no es viable con los pronósticos. Siempre existen factores que no son controlables por lo que las decisiones se toman bajo un cierto grado de incertidumbre. Igual sucede con los pronósticos, al no poder determinar un pronóstico exacto, se buscaría aplicar varios métodos a la vez (dos o tres), e ir comparando los resultados predichos con la información real para ir ajustando el modelo utilizado. De esta manera, la empresa logrará encontrar el método más conveniente para poder basar sus decisiones en los datos pronosticados. La presente mejora trata de resaltar las bondades de la aplicación de los pronósticos en las áreas de planeación administrativa, esto como un intento por reducir la incertidumbre y respaldar la toma de decisiones en algo más que la intuición de los empresarios.

3.3.1 Stock de seguridad.

La empresa metalmecánica debe implementar el stock de seguridad de materiales directos, en las mejores condiciones económicas para satisfacer las necesidades del proceso productivo y

del servicio técnico. Además, se debe considerar que cuanto mayor sea la cantidad de elementos en almacén menor será el riesgo de ruptura del proceso de producción, pero, al mismo tiempo, mayor serán los costos por concepto de almacenamiento, al cual se debe incorporar el coste de oportunidad derivado de la inmovilización de recursos financieros materializados en existencias y los costos de mantenimiento y conservación. Dicho stock de seguridad, dependerá de las desviaciones que vaya a presentar el consumo durante el período que media entre la colocación de un pedido y la recepción de la mercancía, es decir durante el plazo de entrega.

El manejar stock de seguridad en el almacén de la empresa metalmecánica, evitará desabastecimiento a las unidades de negocio de fabricación y servicio técnico, asegurando tener en stocks los materiales en la cantidad necesaria, con ello mejorará la calidad de atención en cumplimiento de tiempo de entrega a los clientes de la empresa.

Para determinar los stocks de seguridad se utilizará las siguientes fórmulas:

$SM = EH \times DM$, donde:

SM = Stock mínimo,

EH = Entrega habitual

DM= Demanda media.

$SS = NS \times \text{Raíz2} (PA) \times DD$, donde:

SS = Stock de seguridad,

NS = Nivel de servicio al cliente

El nivel de servicio al cliente es el coeficiente asociado a la probabilidad de no romper el stock durante el tiempo de aprovisionamiento.

PA = Valor esperado del plazo de aprovisionamiento (promedio anual) (mes)

DD = Desvío estándar de la demanda (Unidad/mes)

La logística dentro de la empresa metalmecánica es uno de los puntos más débiles y una buena gestión de inventarios puede generar muchos beneficios estratégicos y económicos, aunque también grandes pérdidas si los ciclos de stock no se calculan correctamente. Uno de los puntos más controvertidos a tener en cuenta cuando se calculan el stock de seguridad.

Mantener un stock de seguridad adecuado hará que ante situaciones imprevistas se pueda atender el pedido concreto de una orden de trabajo, de esta manera, conservar su fidelidad, circunstancia de gran importancia si se tiene en cuenta los niveles de competencia que existen hoy en día sobre todo en algunos sectores y que algunos aspectos externos a la organización no se pueden controlar y sí pueden tener una gran repercusión en la gestión de los stocks.

Por otro lado, las entregas con retraso son de 2 días máximo en caso de proveedores locales y de 40 días en caso de materiales importados, para abastecer el almacén de materiales.

Para el cálculo del stock de seguridad se trabaja con la totalidad de ítems trabajados para la clasificación ABC tanto para la unidad de negocio de productos como para la unidad de negocio de servicio técnico, debido a que los ítems que se manejan en la empresa., no superan las 100 unds. Siendo manejable la tabulación de todos los ítems. Una vez se haya calculado la cantidad de material que se tenga que adquirir el siguiente paso en la gestión del stock es saber en qué momento hay que llevar a cabo el pedido. Para el cálculo de este Punto de Pedido habrá que tener en cuenta no sólo el stock en almacén sino también el que esté en tránsito y la demanda prevista para esa mercancía que tiene que quedar cubierta durante el tiempo que discurre entre que se realiza el pedido y que éste llega al almacén. Es en este punto cuando cobra importancia el stock de seguridad.

Lo cual a su vez contribuye a tener información de cálculos de niveles de stock de seguridad y para la total de ítems inventario.

En la Tabla 74 se muestra el cálculo de stock de seguridad para la unidad de negocio de fabricación de radiadores de aceite y de agua.

Tabla 74. Stock de seguridad para la unidad de negocio de fabricación

MATERIAL	UNIDAD	TIEMPO DE ENTREGA	CONSUMO MEDIO	NIVEL DE SERVICIO		Desv. Standar de la Demanda	DEMANDA EN ALTA PRODUCCIÓN	STOCK DE SEGURIDAD (SS)	CLASIFICACIÓN
TUBOS DE BRONCE	UNIDAD	1 día	7	99%	2.3	0.78 Unds/día	14	9	A
SOLDADURA DE PLATA	KG	1 día	5	99%	2.3	0.78 Unds/día	10	6	
LAMINAS DE ALUMNIO	UNIDAD	1 día	7	99%	2.3	0.78 Unds/día	14	9	
TUBOS DE COBRE	UNIDAD	1 día	7	99%	2.3	0.78 Unds/día	14	9	
TUBOS DE ALUMINIO	UNIDAD	1 día	6	99%	2.3	0.78 Unds/día	12	8	
LAMINAS DE LATON	UNIDAD	1 día	8	99%	2.3	0.78 Unds/día	16	10	
SOLDADURA DE ESTAÑO	KG	1 día	11	97.5%	1.96	0.78 Unds/día	22	13	B
FIL	UNIDAD	1 día	1	97.5%	1.96	0.78 Unds/día	2	2	
PINTURA NEGRA	GALÓN	1 día	1	97.5%	1.96	0.78 Unds/día	2	2	
PINTURA BLANCA	GALÓN	1 día	1	95%	1.65	0.78 Unds/día	2	2	C
ESCOBILLAS DE FIERRO	UNIDAD	1 día	1	95%	1.65	0.78 Unds/día	2	2	
REMOVEDOR	UNIDAD	1 día	1	95%	1.65	0.78 Unds/día	2	2	
LJA	UNIDAD	1 día	2	95%	1.65	0.78 Unds/día	4	3	

Fuente: Elaboración propia.

El **nivel de servicio** que se estableció para calcular el stock de seguridad para la unidad de negocio de fabricación fueron los siguientes:

Clasificación A: Nivel de servicio del 99%: Porque son materiales de vital importancia, de mayor costo en compra y según información proporcionada por la gerencia y jefatura de ventas

Clasificación B: Nivel de servicio del 97.5%: Porque son materiales de compra local, de fácil acceso a ello, aunque se requiere partir la orden por tipo de proveedor, sin embargo, de acuerdo a lo coordinado con Gerencia y validado por el área de producción y ventas: este porcentaje es aceptable, permitiendo asegurar stock en el almacén.

Clasificación C: Nivel de servicio del 95%: Aquí el nivel de servicio es menor debido a que son materiales de fácil adquisición, si bien es cierto por la cantidad algunas veces requerirá de aprobación de Gerencia, sin embargo es manejable como compra anticipada o a último momento, aunque la propuesta de este trabajo pretende que todo sea técnicamente calculado, planificado se debe cumplir con las definiciones de stock de seguridad, stock mínimo y lote económico y las políticas de clasificación.

Para el cálculo del stock de seguridad se trabaja con la totalidad de ítems trabajados para la clasificación ABC tanto para la unidad de negocio de productos como para la unidad de negocio de servicio técnico, debido a que los ítems que se manejan en la empresa., no superan las 100 unds. Siendo manejable la tabulación de todos los ítems. Una vez se haya calculado la cantidad de material que se tenga que adquirir el siguiente paso en la gestión del stock es saber en qué momento hay que llevar a cabo el pedido. Para el cálculo de este Punto de Pedido habrá que tener en cuenta no sólo el stock en almacén sino también el que esté en tránsito y la demanda prevista para esa mercancía que tiene que quedar cubierta durante el tiempo que discurre entre que se realiza el pedido y que éste llega al almacén. Es en este punto cuando cobra importancia el stock de seguridad.

Mientras que en la Tabla 66 se muestra el cálculo de seguridad para la unidad de negocio de servicio técnico de radiadores de Mesabi y de agua: Lo cual al aplicarse en la empresa asegurará abastecimiento a esta unidad de negocio y a sus líneas de servicio técnico

Tabla 75. Stock de seguridad para la unidad de negocio de servicio técnico.

MATERIALES	TIEMPO DE ENTREGA	CONSUMO MEDIO	NIVEL DE SERVICIO		Desv.Standard de la Demanda	DEMANDA EN ALTA DE SOLICITUD	STOCK DE SEGURIDA D (SS)	CLASIFICACIÓN
SELLOS MESABI WB	40 días	15	99%	2.3	0.95	30	13	A
SELLOS MESABI 87530	40 días	14	99%	2.3	0.95	27	12	
SELLOS MESABI 35780	40 días	14	99%	2.3	0.95	27	12	
TUBOS MESABI	2 días	27	99%	2.3	0.95	55	17	
MECANOL	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	B
BASE AL ACEITE	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
GRASA	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	1	3	
ESCOBILLAS DE FIERRO	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
AFLOJATODO	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
EMPAQUETADURA	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
VARILLA PARA SOLDAR	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
LACA	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	2	3	
PINTURA NEGRA	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	1	3	
PINTURA AMARILLA	1 día	1	97.5%	1.96	0.95	1	3	
FIL	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	2	C
VINAGRE	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	
THINNER	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	
SAL 25 KG	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	
CINTA MASKING	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	
REMOVEDOR	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	
PERNOS	1 día	1	95%	1.65	0.95	1	2	
MASILLA	1 día	4	95%	1.65	0.95	8	5	
LJJA	1 día	2	95%	1.65	0.95	5	4	
PETROLEO	1 día	1	95%	1.65	0.95	2	3	

Fuente: Elaboración propia.

El **nivel de servicio** que se estableció para calcular el stock de seguridad para la unidad de negocio de fabricación fueron los siguientes:

Clasificación A - Nivel de servicio del 99%: Porque son materiales de vital importancia, de mayor costo en compra y según información proporcionada por la gerencia y jefatura de ventas

Clasificación B - Nivel de servicio del 97.5%: Porque son materiales de compra local, de fácil acceso a ello, aunque se requiere partir la orden por tipo de proveedor, sin embargo, de acuerdo a lo coordinado con Gerencia y validado por el área de producción y ventas: este porcentaje es aceptable, permitiendo asegurar stock en el almacén.

Clasificación C - Nivel de servicio del 95%: Aquí el nivel de servicio es menor debido a que son materiales de fácil adquisición, si bien es cierto por la cantidad algunas veces requerirá de aprobación de Gerencia.

3.3.1 Lote óptimo

Una de las metodologías que se utilizan para determinar el monto óptimo de pedido para un artículo de inventario es el modelo de la cantidad económica de pedido. Tiene en cuenta los diferentes costos financieros y de operación y determina el monto de pedido que minimice los costos de inventario de la empresa metalmecánica.

El modelo de la cantidad económica de pedido se basa en tres supuestos fundamentales, el primero es que la empresa conoce cuál es la utilización anual de los artículos que se encuentran en el inventario, segundo que la frecuencia con la cual la empresa utiliza el inventario no varía con el tiempo y por último que los pedidos que se colocan para reemplazar las existencias de inventario se reciben en el momento exacto en que los inventarios se agotan. Es muy importante y cabe hacer recordar que no es recomendable el sobre abastecerse esto genera costos de almacenamiento que impactan directamente, restando en las ganancias finales.

Se hace necesario calcular el lote óptimo por unidad de negocio e ítem, para tal efecto se procede al cálculo del lote óptimo teniendo en cuenta que actualmente la empresa maneja un 8% costo fijo por concepto de procesar un pedido y según información del área de contabilidad se tiene que el costo variable unitario de almacén para el año 2017 fue del 25%, datos con los cuales se trabajará para el cálculo del lote óptimo.

De igual forma que para stock mínimo y stock de seguridad se trabaja con la totalidad de los ítems por unidad de negocio, de acuerdo a los ítems trabajados para la clasificación ABC.

La fórmula utilizada es la siguiente: $Q = \sqrt{(2 \times C \times K) / (m \times p)}$, donde:

C → Consumo de materias primas previsto.

K → Costos fijos de procesar un pedido.

m → Costo variable unitario de almacén

p → Valor monetario de materia prima

Con el cálculo de lote óptimo por unidad de negocio, en ambas tablas se ha anexado una columna adicional, indicando que bajo el caso extremo que no exista inventario inicial, cuantos pedidos se deberían realizar para un período de un año.

Para cálculo de la columna de costo fijo de procesar un pedido se trabajó en base a datos de la empresa proporcionada por el área de contabilidad, el cual está representado por el 8% del consumo anual, el cual representa el costo en realizar la gestión de colocar un pedido, de similar forma para calcular la columna de costo variable unitario de almacén, el cual según contabilidad y según el último balance representa el 25% del consumo anual, el cual representa el costo de mantener una unidad de artículo en el almacén durante un tiempo determinado y la probabilidad de deterioro o pérdida

La columna final de nombre cantidad de pedidos al año representa la cantidad de pedidos que se debe realizar en el año por tipo de ítem.

Para el cálculo del lote óptimo se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times C \times K}{m \times p}}$$

Dónde:

C: Es el consumo de materiales previsto en el período expresados en unidades físicas.

K: Representa el costo fijo de procesar un pedido.

m: Costo variable unitario de almacén (en tanto por uno).

P: Representa el valor de una unidad de material.

A continuación, se tiene las Tablas 76 y 77

Tabla 76. Cálculo de lote óptimo de compra para la unidad de negocio de fabricación

MATERIAL	UNIDAD	CONSUMO ANUAL	COSTO UNITARIO	COSTO FIJO DE PROCESAR UN PEDIDO	COSTO VARIABLE UNITARIO DE ALMACÉN	Q	CANTIDAD DE PEDIDOS AL AÑO
LAMINAS DE LATON	UNIDAD	936	60	74.88	234	97	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
TUBOS DE BRONCE	UNIDAD	2780	55	222.4	695	300	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 9 pedidos al año
SOLDADURA DE PLATA	KG	176	65	14.08	44	17	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
SOLDADURA DE ESTAÑO	UNIDAD	832	15	66.56	208	172	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 5 pedidos al año
ESCOBILLAS DE FIERRO	UNIDAD	1816	12	145.28	454	419	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 4 pedidos al año
LIJA	UNIDAD	2500	3.5	200	625	1069	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
LAMINAS DE ALUMNIO	UNIDAD	660	70	52.8	165	63	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
TUBOS DE ALUMINIO	UNIDAD	2340	50	187.2	585	265	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 9 pedidos al año
REMOVEDOR	GALÓN	170	27	13.6	42.5	26	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 6 pedidos al año
PINTURA NEGRA	UNIDAD	156	65	12.48	39	15	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
PINTURA NEGRA	GALÓN	110	65	8.8	27.5	11	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
FIL	UNIDAD	244	63	19.52	61	25	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año

Fuente: La empresa Elaboración propia

Tabla 77.Cálculo de lote óptimo de compra para la unidad de negocio de servicio técnico

MATERIAL	UNIDAD	CONSUMO ANUAL	COSTO UNITARIO	COSTO FIJO DE PROCESAR UN PEDIDO	COSTO VARIABLE UNITARIO DE ALMACÉN	Q	CANTIDAD DE PEDIDOS AL AÑO
SELLOS MESABI WT	UNIDAD	36872	2	2949.76	9218	20858	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
SELLOS MESABI WB	UNIDAD	36872	2	2949.76	9218	20858	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
GRASA	UNIDAD	5556	3.9	444.48	1389	2248	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
PERNOS	UNIDAD	1100	0.7	88	275	1052	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 1 pedidos al año
SELLOS MESABI 87530	UNIDAD	2078	2	166.24	519.5	1175	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
SELLOS MESABI 35780	UNIDAD	2078	2	166.24	519.5	1175	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
TUBOS MESABI	UNIDAD	220	50	17.6	55	25	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 9 pedidos al año
SELLO	UNIDAD	220	39	17.6	55	28	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 8 pedidos al año
AFLOJATODO	GALÓN	681	43	54.48	170.25	83	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 8 pedidos al año
ESCOBILLAS DE FIERRO	CAJA	4092	12	327.36	1023	945	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 4 pedidos al año
VINAGRE	LITRO	3300	1.8	264	825	1968	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
THINNER	GALÓN	659	14	52.72	164.75	141	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 5 pedidos al año
LIJA	UNIDAD	440	3.5	35.2	110	188	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
SAL 25 KG	KG	66	120	5.28	16.5	5	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 14 pedidos al año
MECANOL	GALÓN	476	28	38.08	119	72	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 7 pedidos al año
BASE AL ACEITE	LATA	44	28	3.52	11	7	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 7 pedidos al año
MASILLA	UNIDAD	440	9.6	35.2	110	114	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 4 pedidos al año
PETROLEO	GALÓN	110	12	8.8	27.5	25	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 4 pedidos al año
CINTA MASKING	UNIDAD	66	1.5	5.28	16.5	43	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 2 pedidos al año
EMPAQUETADURA	UNIDAD	330	1	26.4	82.5	264	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 1 pedidos al año
VARILLA PARA SOLDAR	KG	432	40	34.56	108	55	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 8 pedidos al año
LACA	LATA	132	65	10.56	33	13	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
REMOVEDOR	GALÓN	798	27	63.84	199.5	123	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 6 pedidos al año
PINTURA NEGRA	UNIDAD	66	65	5.28	16.5	7	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
PINTURA AMARILLA	LATA	66	65	5.28	16.5	7	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año
FIL	UNIDAD	410	63	32.8	102.5	41	En caso de no existir existencias iniciales, se deberá realizar 10 pedidos al año

Fuente: La empresa Elaboración propia

Los materiales descritos en las Tablas 76 y 77 están ordenados de acuerdo a la clasificación ABC, y serán colocados en el almacén de acuerdo a lo descrito en el ítem

El lote óptimo calculado para ambas unidades de negocio permite calcular cuantas unidades se debe pedir y cuantas veces al año se debe realizar el pedido: por ítem, esta herramienta contribuye a superar el problema existente en la empresa respecto al desabastecimiento, debido a que teniendo el pronóstico, los stock mínimo y de seguridad: el encargado de compras podrá agilizar y anticipar los requerimientos de compra de acuerdo a sus niveles de stock, sin necesidad de esperar que producción solicite algún material para un trabajo específico.

Solo queda hacer seguimiento y llevar un buen control de la información obtenida al aplicar las herramientas de ingeniería hasta ahora descritas.

Para la clasificación de **proveedores** se definen criterios de evaluación basados en mejorar el problema en estudio y asegurar la productividad y cumplimiento de entrega de los pedidos en fabricación y servicio técnico con calidad óptima a los clientes de la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C., teniendo los materiales en la cantidad, calidad y tiempo requerido para dar inicio al proceso de fabricación o de servicio técnico.

Se toma los mismos criterios de evaluación para ambos almacenes de las unidades de negocio en estudio.

A continuación, se describen los criterios de evaluación a considerar:

Precio: Este criterio está directamente relacionado con la cantidad de dinero que se requiere desembolsar para realizar la compra.

Disponibilidad: Este criterio evalúa la capacidad de respuesta y atención por parte del proveedor respecto a la totalidad del requerimiento y la disposición en la atención al mismo en el menor tiempo posible.

Postventa: Este criterio está directamente relacionado al servicio post venta respecto a reposiciones, cambios de material o incremento de unidades de compra adicional a un requerimiento con despacho en misma fecha que al primer requerimiento, teniendo en cuenta que se requiere maximizar el consumo de material manteniendo una calidad óptima en el resultado de su utilización.

Los tres criterios mencionados: Precio, disponibilidad y postventa se evalúan de acuerdo al siguiente rango, ver Tabla 78

Tabla 78. Rango de puntos para realizar la evaluación de criterios en la clasificación de proveedores

CLASIFICACIÓN	RANGO	
	DE	A
A	24 puntos	30 puntos
B	22 puntos	23 puntos
C	12 puntos	21 puntos

Fuente: Elaboración propia.

Los puntos descritos dentro del rango de la Tabla 78 son la sumatoria de los 3 criterios, por criterio se entiende que una calificación que tiende al número 10 como máximo implica mayor importancia, mientras que una calificación que se acerque a 1 implica menor importancia:

- Para el criterio precio: Puntaje cercano a 9 significa que el precio es menor y por ello es de importancia alta trabajar con estos proveedores, mientras que un puntaje cercano a 1 significa que el precio es mayor y estará como última opción en preferencia de compra.
- Para el criterio de disponibilidad: Puntaje cercano a 9 significa que existe disponibilidad del material en el proveedor en cantidad que se requiere, por ello es de importancia alta trabajar con estos proveedores porque asegurarán abastecimiento por la totalidad del requerimiento, y a la vez ofrece mayor poder de negociación por volúmenes de compra; mientras que un puntaje cercano a 1 significa que la disponibilidad de tener los materiales que se requieren es baja por parte del proveedor.
- Para el criterio de post venta: Puntaje cercano a 9 significa que el proveedor brinda servicio de post venta en casos de cambios por algún defecto detectado en algún material, o brinda buen servicio de reposición de materiales de en un plazo máximo de un día, por ello es de importancia alta trabajar con estos proveedores porque asegurarán abastecimiento por la totalidad del requerimiento, mientras que un puntaje cercano a 1 significa que el proveedor brinda servicio de post venta con mayor tiempo de respuesta, por ello estará como última opción en preferencia de compra

Debido a que existen proveedores por tipo de material, se ha dividido a los proveedores por tipo de material que proveen a la empresa, con la finalidad de tener un mejor manejo de la clasificación de proveedores, obteniendo 3 tablas:

Primero se tiene la relación de proveedores que no se puede realizar ningún tipo de clasificación debido a que son **proveedores únicos** y necesarios en los materiales que venden y se requiere en la empresa Radiadores Arnao Industrial S.A.C., ver Tabla 79:

Tabla 79. Proveedores de materiales exclusivos.

Proveedor	Tiempo de atención	Producto o servicio
Arenados y servicios	1 día	Arenado
Lubricentro Janethe E.I.R.L.	1 día	Mecanol
MS maticentro S.A.C	1 día	Pinturas
Mesabi USA	30 días	Sellos Mesabi
Mesabi Chile	20 días	Sellos Mesabi
Fábrica de radiadores Franco S.A.	4 día	Tubos Mesabi

Fuente: La empresa Elaboración propia

Segundo: Aplicando los criterios de evaluación de la Tabla 59 se tiene la Tabla 80, la cual muestra la clasificación ABC de proveedores de materiales de ferretería diversos bajo los criterios de precio, disponibilidad y calidad descritos líneas arriba.

Tabla 80. Clasificación ABC de proveedores de materiales diversos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN						CLASIFICACIÓN
Proveedor	Tiempo de atención	Precio	Disponibilidad	Postventa	TOTAL	
Fierro y acero center S.A.C.	1 día	9	8	9	26	A
Comercial Delma S.A.	1 día	9	8	8	25	
Comercial Iván Ferretería	1 día	8	7	7	22	B
Ferretería JR&R	1 día	8	7	7	22	
Makro supermayoristas S.A.	1 día	5	8	7	20	C
Maestro Perú S.A.	1 día	5	8	7	20	

Fuente: La empresa Elaboración propia

Tercero: Finalmente se tiene la clasificación ABC de proveedores de pernos diversos bajo los criterios de precio, disponibilidad y calidad descritos líneas arriba, el cual se muestra en la Tabla 81.

Tabla 81. Clasificación ABC de proveedores de pernos diversos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN						CLASIFICACIÓN
Proveedor	Tiempo de atención	Precio	Disponibilidad	Postventa	TOTAL	
Dimfort S.R.L	1 día	8	9	7	24	A
Acrimsa naciones S.A.C.	1 día	8	8	7	23	B

J&L Dispein	1 día	8	6	7	21	C
CLS E.I.R.L.	1 día	8	6	7	21	

Fuente: La empresa Elaboración propia

En base a la clasificación de proveedores de materiales y pernos diversos se requiere establecer las siguientes **estrategias proveedor-cliente**:

- Reunirse con los proveedores, donde la empresa metalmecánica. se comprometa a enviar de manera semestral la proyección de ventas para asegura abastecimiento de los materiales que provee cada proveedor, en la cantidad y calidad especificada.
- Plantear negociación de precios por compra durante el año y asegurar abastecimiento.
- Lograr negociar compra al crédito pactando fechas de pago mínimo de 30 días.
- De ser factible negociar que por pedido los despachos sean entregados a la empresa.

3.3 Políticas de inventario.

3.3.1 Política de inventario para el material tipo A.

Después de realizar la clasificación de los materiales y los proveedores, detallados con anterioridad se estableció criterios de calificación y niveles de servicio para optar la importancia de esta clasificación y qué impacto tendrá en el proceso de fabricación y servicio técnico, ya que ellos serán los primeros beneficiarios con la mejora del almacén de la empresa. Se detalla a continuación la cantidad de lote optimo y stock de seguridad de los materiales del tipo A con un nivel de servicio del 99% como se muestra en las Tablas 82 y 83.

Tabla 82. Materiales del tipo A para el área de fabricación

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
FABRICACION DE RADIADOR DE AGUA	TUBOS DE BRONCE	UNIDAD	168	8	Fierro y acero center S.A.C	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE	SOLDADURA DE PLATA	KG	37	7	Comercial Delma S.A.	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE	LAMINAS DE ALUMINIO	UNIDAD	130	9	Fierro y acero center S.A.C	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE	TUBOS DE COBRE	UNIDAD	142	8	Fierro y acero center S.A.C	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE	TUBOS DE ALUMINIO	UNIDAD	142	8	Fierro y acero center S.A.C	1 día
FABRICACION DE RADIADOR DE AGUA	LAMINAS DE LATON	UNIDAD	184	10	Fierro y acero center S.A.C	1 día

Tabla 83. Materiales del tipo A para el área de Servicio Técnico.

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
SER.TEC. LÍNEA MESABI	SELLOS MESABI WB	UNIDAD	20858	13	Mesabi Chile	20 Días
SER.TEC. LÍNEA MESABI	SELLOS MESABI 87530	UNIDAD	610	12	Mesabi EE.UU	30 Días
SER.TEC. LÍNEA MESABI	SELLOS MESABI 35780	UNIDAD	610	12	Mesabi EE.UU	30 Días
SER.TEC. LÍNEA MESABI	TUBOS MESABI	UNIDAD	136	17	Fábrica de radiadores Franco S.A.	4 Días

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Política de inventario para el material tipo B

Después de realizar la clasificación de los materiales y los proveedores, detallados con anterioridad se estableció criterios de calificación y niveles de servicio para optar la importancia de esta clasificación y qué impacto tendrá en el proceso de fabricación y servicio técnico, ya que ellos serán los primeros beneficiarios con la mejora del almacén de la empresa. Se detalla a continuación la cantidad de lote optimo y stock de seguridad de los materiales del tipo B con un nivel de servicio del 97.5% como se muestra en las Tablas 84 y 85.

Tabla 84. Materiales del tipo B para el área de fabricación

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
FABRICACION DE RADIADOR DE AGUA	SOLDADURA DE ESTAÑO	KG	172	12	Comercial Delma S.A.	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE Y AGUA	FIL	UNIDAD	25	1	Comercial Delma S.A.	1 día
FABRICACION DE RADIADOR DE AGUA	PINTURA NEGRA	GALÓN	11	2	Comercial Delma S.A.	1 día

Tabla 85. Materiales del tipo B para el área de Servicio Técnico.

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	MECANOL	GALÓN	72	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	BASE AL ACEITE	LATA	7	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	GRASA	UNIDAD	2248	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	ESCOBILLAS DE FIERRO	CAJA	945	2	Ferretería JR&R	1 día
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	AFLOJATODO	UNIDAD	83	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	EMPAQUETADURA	UNIDAD	264	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	VARILLA PARA SOLDAR	KG	55	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	LACA	LATA	13	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	PINTURA NEGRA	GALÓN	7	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	PINTURA AMARILLA	GALÓN	7	3	Comercial Iván Ferreteria	1 día

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Política de inventario para el material tipo C

Después de realizar la clasificación de los materiales y los proveedores, detallados con anterioridad se estableció criterios de calificación y niveles de servicio para optar la importancia de esta clasificación y qué impacto tendrá en el proceso de fabricación y servicio técnico, ya que ellos serán los primeros beneficiarios con la mejora del almacén de la empresa. Se detalla a continuación la cantidad de lote optimo y stock de seguridad de los materiales del tipo C con un nivel de servicio del 95% como se muestra en las Tablas 86 y 87.

Tabla 86. Materiales del tipo C para el área de fabricación

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
FABRICACION DE RAD. ACEITE Y AGUA	PINTURA BLANCA	GALÓN	11	2	Comercial Delma S.A	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE	ESCOBILLAS DE FIERRO	UNIDAD	419	2	Comercial Delma S.A	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE Y AGUA	REMOVEDOR	UNIDAD	26	2	Comercial Delma S.A	1 día
FABRICACION DE RAD. ACEITE Y AGUA	LUA	UNIDAD	1582	2	Comercial Delma S.A	1 día

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87. Materiales del tipo C para el área de Servicio Técnico.

TIPO	MATERIAL	UNIDAD	LOTE OPTIMO	STOCK DE SEGURIDAD	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	FIL	UNIDAD	41	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	VINAGRE	LITRO	1528	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	THINNER	GALÓN	141	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	SAL 25 KG	UNIDAD	5	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	CINTA MASKING	UNIDAD	43	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA RADIADORES DE AGUA	REMOVEDOR	GALÓN	123	2	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	PERNOS	UNIDAD	1052	2	Dimfort S.R.L	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	MASILLA	UNIDAD	114	5	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	LJA	UNIDAD	188	4	Comercial Delma S.A	1 día
SER.TEC. LÍNEA MESABI	PETROLEO	GALÓN	25	3	Comercial Delma S.A	1 día

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Consideraciones para la implementación.

3.4.1 Limitaciones.

El desarrollo de la implementación se llevará a cabo por un personal de la empresa, quien al trabajar en la empresa dedicará parte de su tiempo para llevar a cabo la implementación, en caso contrario no se podría realizar la implementación debido a que contratar un consultor externo no está dentro de los planes de la gerencia debido al costo que implica contratar una consultora, existe precedente motivo por el cual la Gerencia no ve bien contratar consultoría externa, lo cual aparentemente sería una limitación, sin embargo no es así, a continuación se muestra la Tabla 88, donde se muestra un análisis de ventajas y desventajas de contratar a un consultor externo.

Tabla 88 Ventajas y desventajas de contratar consultor externo.

Ventajas	Desventajas
1 Experiencia del consultor.	1 Demora en conocer nombres de ítems que se manejan y su clasificación.
2 Manejo de situaciones de negatividad.	2 Demora en familiarizarse con el proceso de trabajo.
3 Disponibilidad al 100% el tiempo que contratación.	3 Costo permanencia del consultor al 100% en la empresa durante la implementación (S/. 4500.00 como monto mínimo por mes, por 3 meses).
4 Mayor compromiso del personal por tener un externo que supervise su trabajo.	4 Por lo general, al terminar la consultoría el tiempo de continuidad de lo implementado no supera los 6 meses a un año debido a que no queda una persona capacitada como para

5 Evaluación imparcial de avances y resultados.	5 La evaluación puede ser superficial: Nunca terminan de conocer bien el proceso, se enfocan más en el desarrollo y cumplimiento de su propuesta.
6 Mayor compromiso de la Gerencia por el desarrollo de la implementación y de los resultados.	6 No existe aporte adicional de mejora: es visto como nueva oportunidad de consultoría.

Fuente: Elaboración propia

Por las desventajas de contratar a un consultor externo se debe optar por trabajar con un personal interno de la empresa, con capacidad de poder llevar a cabo la implementación, donde el compromiso, la capacidad de ver nuevas oportunidades de mejora y llevarlas a cabo conjuntamente con el personal resulta motivador para quien realiza una implementación como para sus integrantes quienes ven de forma positiva y parte de desarrollo profesional que brinda la Gerencia hacia su personal realizando mejoras internas confiando en la capacidad de sus colaboradores.

3.4.2 Capacitaciones.

Para que tener éxito en la implementación es necesario realizar capacitaciones de manera constante, sobre todo concientizar a la gerencia y jefaturas para que se cumpla con la implementación, si la Gerencia no está comprometida con la implementación la posibilidad de éxito es remota. Posterior a la reunión con la gerencia, se debe realizar una capacitación a las jefaturas respectivas y con presencia de la Gerencia para que dé su respaldo a la implementación y exista mayor compromiso por parte de las jefaturas y personal del área de Logística que, debido al tiempo, éste puede ser de poco agrado en llevarla a cabo.

Es muy importante tomar asistencia y obtener indicadores de asistencia y participación con presentación posterior a la gerencia con copia a las jefaturas respectivas para dar énfasis en que se cumpla la implementación.

Las capacitaciones se realizarían dentro de la jornada laboral para evitar sobrecostos de horas extras, teniendo en cuenta que toda capacitación es una inversión y que si bien es cierto las horas de capacitación restan horas a la producción, también es cierto que siempre resultan siendo mínimas respecto a la ganancia que se tiene producto del resultado de la implementación de una capacitación.

Cada cuatro semanas se debe levantar indicadores de cumplimiento a la implementación, participación y ocurrencias que haya sucedido y presentarlas en una reunión para que todos sean conocedores de los resultados y se adquiriera mayor compromiso en mejorar y no perder lo implementado.

El responsable de llevar a cabo la capacitación es el Ingeniero a cargo de la implementación, el formato de registro de asistencia a las capacitaciones se muestra en el Anexo 2 y en el Tabla 89 que se muestra a continuación se detalla en un programa los temas a capacitar para asegurar la implementación.

Tabla 89. Programa de temas a capacitar

TEMA	Semana											
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
A Gerencia: Presentación del estudio:												
1. Presentación en cantidades y soles que representa entregar un pedido fuera de tiempo.												
2. Costos de cambio de atención de pedidos de fabricación y servicio técnico por falta de materiales.												
3. Ventajas de implementar el estudio.												
4. Indicadores de medición para asegurar la implementación.												
Presentación del estudio, post aprobación de Gerencia:												
A Gerencia, jefes, asistente de logística												
1. Resumen del impacto económico bajo la forma actual de gestión.												
2. Propuesta para mejorar la gestión de inventarios.												
3. Impacto de implementar el estudio.												
B Jefe de logística y asistente												
1. Motivacional: Quien se llevó mi queso.												
2. Motivacional: La escalera del cambio.												
3. Motivacional: Trabajo en equipo.												
Clasificación ABC, Stock de Seguridad y Lote óptimo												
A Jefe de logística y asistente												
1. Clasificación ABC: Importancia, como se determina, interpretación, forma de cálculo.												
Casos prácticos en base a sucesos reales ocurridos.												
2. Stock Mínimo y stock de seguridad: Importancia, Ventajas, desventajas, forma de cálculo.												
Casos prácticos en base a sucesos reales ocurridos.												
3. Lote óptimo: Importancia, como se determina, interpretación, forma de cálculo.												
Casos prácticos en base a sucesos reales ocurridos.												
4. Indicadores de gestión: Concepto, importancia, presentación, ejemplos.												
Forma de cálculo, medición, lectura e interpretación.												

Leyenda de Semanas:		
	Del	Al
Semana N° 27	3 Julio	9 Julio
Semana N° 28	10 Julio	16 Julio
Semana N° 29	17 Julio	23 Julio
Semana N° 30	24 Julio	30 Julio
Semana N° 31	31 Julio	6 Agosto
Semana N° 32	7 Agosto	13 Agosto
Semana N° 33	14 Agosto	20 Agosto
Semana N° 34	21 Agosto	27 Agosto
Semana N° 35	28 Agosto	3 Setiembre
Semana N° 36	4 Setiembre	10 Setiembre

Leyenda de Semanas:

	Del	Al
Semana N° 27	3 Julio	9 Julio
Semana N° 28	10 Julio	16 Julio
Semana N° 29	17 Julio	23 Julio
Semana N° 30	24 Julio	30 Julio
Semana N° 31	31 Julio	6 Agosto
Semana N° 32	7 Agosto	13 Agosto
Semana N° 33	14 Agosto	20 Agosto
Semana N° 34	21 Agosto	27 Agosto
Semana N° 35	28 Agosto	3 Setiembre
Semana N° 36	4 Setiembre	10 Setiembre

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Presupuesto.

Es perjudicial para la empresa, que la compra de materiales no se ajuste a la cantidad solicitada por la parte operativa; ya que se puede tener problemas de falta de stock de inventario, y la gestión de inventarios llevara a tomar decisiones arriesgadas como entregar materiales no correspondientes a su pedido. Otro inconveniente es que al comprar menor cantidad que el plan proyectado, la empresa tendrá como consecuencia ventas perdida, por no contar con los materiales necesarios para atender al cliente, por ello se elaborará un presupuesto para la implementación de la mejora. Ver Tabla 90.

Tabla 90. Inversión de la propuesta.

Descripción	Inversión
Materiales Directos	S/ 166,993.00
Mano de Obra	S/ 14,400.00
Útiles de oficina	S/ 25.00
Capacitación	S/ 6,153.00
Mantenimiento de almacén	S/ 18,000.00
Total	S/ 205,571.00

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el monto a invertir para la presente mejora es de S/ 205,571.00. Por otro lado, se incluyó dentro del trabajo presentado la inversión de la mano de obra y el mantenimiento del almacén.

Tabla 91. Inversión de la propuesta.

Descripción	Cantidad	Sueldo mensual	Tiempo	Costo Anual
Operario	1	S/ 1,200.00	12	S/ 14,400.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92. Inversión mantenimiento de almacén.

Descripción	Costo	Tiempo	Costo Anual
Limpieza	S/ 800.00	12	S/9,600.00
Seguro	S/700.00	12	S/8,400.00

3.4.4 Indicadores.

Con la finalidad de asegurar el proceso de la implementación, se implementan indicadores de gestión, los cuales se presentan en la Tabla 86, indicando el nombre del indicador, forma de cálculo, características de medición y el responsable del seguimiento para el cumplimiento de los mismos.

Tabla 93. Indicadores a implementar

Indicador			Características			Responsable
Tipo	Nombre	Forma de cálculo				
Gestión de inventarios	Nivel de atención de requerimientos	(Día solicitud de requerimiento/Número de días en atender requerimiento)*100	Mayor de 80%	Entre 79% y 61%	Menor a 60%	Jefe de Logística y asistente
	Cumplimiento de niveles de stock por ítem	(Cantidad en stock por ítem /Cantidad estándar de stock por ítem)*100	Mayor de 80%	Entre 79% y 61%	Menor a 60%	
	Cumplimiento de abastecimiento de pedidos por parte del proveedor	(Fecha de Requerimiento /Número de días en atender requerimiento)*100	Mayor de 95%	Entre 94% y 80%	Menor a 80%	
	Nivel de calidad de atención del área logística	(Número de quejas internas por atención/Número total de atenciones*100	Mayor de 95%	Entre 94% y 80%	Menor a 80%	
Capacitación	Nivel de asistencia a capacitaciones	(Número de asistencia a capacitación/Número total de capacitaciones programadas)	Igual a 100%	Entre 99% y 95%	Menor a 94%	Ing. Responsable de la implementación
	Nivel de participación en capacitaciones realizadas	(Número de participaciones a capacitación/Número total de capacitaciones programadas)	Mayor de 80%	Entre 79% y 61%	Menor a 60%	
	Cumplimiento de capacitaciones programadas.	(Número de capacitaciones dadas/Número total de capacitaciones programadas)	Mayor de 80%	Entre 79% y 61%	Menor a 60%	

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores a implementar se dividen en dos grupos: primer grupo mide la gestión del área logística, específicamente los almacenes de las dos unidades de negocio de la empresa metalmecánica y el segundo grupo mide el cumplimiento de las capacitaciones programadas y el nivel participativo de los participantes por capacitación.

Los indicadores se deben realizar de manera quincenal por los primeros 3 meses de implementación, posterior a ello de manera mensual, a su vez deben ser enviados por correo institucional a la gerencia con copia a las jefaturas de la empresa y al Ing. Encargado de la implementación. Las fichas de los indicadores se muestran en las Tablas siguientes.

Tabla 94. Indicador de nivel de atención de requerimientos

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Nivel de atención de requerimientos	Mejorar el nivel de atención de requerimientos para cumplir con los programas de producción por unidad de negocio.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Día solicitud de requerimiento/Número de días en atender requerimiento)*100	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 80%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 79% y 61%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 60%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 80%	Regular	Entre 79% y 61%	Deficiente	Menor a 60%
Bueno	Mayor de 80%						
Regular	Entre 79% y 61%						
Deficiente	Menor a 60%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Jefe de Logística	Asistente de logística						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia, Jefaturas e Ing. Responsable de capacitaciones.	Se espera un incremento del 5% de cantidad de requerimientos atendidos.						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95. Cumplimiento de niveles de stock por ítem.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Cumplimiento de niveles de stock por ítem	Asegurar stock para no desabastecer a las unidades de negocio de la empresa.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Cantidad en stock por ítem / Cantidad estándar de stock por ítem)*100	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 80%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 79% y 61%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 60%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 80%	Regular	Entre 79% y 61%	Deficiente	Menor a 60%
Bueno	Mayor de 80%						
Regular	Entre 79% y 61%						
Deficiente	Menor a 60%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Jefe de Logística	Asistente de logística						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia, Jefaturas e Ing. Responsable de capacitaciones.	Se espera un incremento del 3% en cumplimiento de niveles de stock.						

Tabla 96.cumplimiento de abastecimiento de pedidos.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Cumplimiento de abastecimiento de pedidos por parte del proveedor	Cumplir con el abastecimiento de materiales para no desabastecer a las unidades de negocio de la empresa.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Fecha de Requerimiento /Número de días en atender requerimiento)*100	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 95%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 94% y 80%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 80%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 95%	Regular	Entre 94% y 80%	Deficiente	Menor a 80%
Bueno	Mayor de 95%						
Regular	Entre 94% y 80%						
Deficiente	Menor a 80%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Jefe de Logística	Asistente de logística						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia, Jefaturas e Ing. Responsable de capacitaciones.	Se espera un incremento del 5% en cumplimiento de abastecimiento de pedidos.						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97.Nivel de calidad de atención del área logística.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Nivel de calidad de atención del área logística	Mejorar la atención logística hacia sus clientes internos por unidad de negocio.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Número de quejas internas por atención/Número total de atenciones)*100	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 95%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 94% y 80%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 80%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 95%	Regular	Entre 94% y 80%	Deficiente	Menor a 80%
Bueno	Mayor de 95%						
Regular	Entre 94% y 80%						
Deficiente	Menor a 80%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Jefe de Logística	Asistente de logística						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia, Jefaturas e Ing. Responsable de capacitaciones.	Se espera un incremento del 5% en nivel de calidad de atención del área logística.						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 98.Nivel de asistencia a capacitaciones.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Nivel de asistencia a capacitaciones	Lograr capacitar al 100% del personal programado.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Número de asistencia a capacitación/Número total de capacitaciones programadas)	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Igual a 100%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 99% y 95%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 94%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Igual a 100%	Regular	Entre 99% y 95%	Deficiente	Menor a 94%
Bueno	Igual a 100%						
Regular	Entre 99% y 95%						
Deficiente	Menor a 94%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Ing. Responsable de capacitación	Ing. Responsable de capacitación						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia y Jefaturas.	Se espera la participación del 100% del personal.						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99.Nivel de participación en las capacitaciones.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Nivel de participación en capacitaciones realizadas	Lograr compromiso del 100% del personal que participa a una capacitación.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Número de participaciones a capacitación/Número total de capacitaciones programadas)	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 80%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 79% y 61%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 60%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 80%	Regular	Entre 79% y 61%	Deficiente	Menor a 60%
Bueno	Mayor de 80%						
Regular	Entre 79% y 61%						
Deficiente	Menor a 60%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Ing. Responsable de capacitación	Ing. Responsable de capacitación						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia y Jefaturas.	Se espera la participación del 100% del personal.						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100. Cumplimiento de capacitaciones programadas.

1 Nombre del Indicador:	2 Objetivo:						
Cumplimiento de capacitaciones programadas.	Cumplir con los objetivos planeados en capacitaciones.						
3 Fórmula de Cálculo:	4 Nivel de Referencia:						
(Número de capacitaciones dadas/Número total de capacitaciones programadas)	<table border="1"> <tr> <td>Bueno</td><td>Mayor de 80%</td></tr> <tr> <td>Regular</td><td>Entre 79% y 61%</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>Menor a 60%</td></tr> </table> <p>Cualquier incremento en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>	Bueno	Mayor de 80%	Regular	Entre 79% y 61%	Deficiente	Menor a 60%
Bueno	Mayor de 80%						
Regular	Entre 79% y 61%						
Deficiente	Menor a 60%						
5 Responsable de la Gestión:	6 Responsable del Reporte:						
Ing. Responsable de capacitación	Ing. Responsable de capacitación						
7 Frecuencia de Medición:	8 Frecuencia del Reporte:						
Semanal	Mensual						
9 Reportar a:	10 Observaciones:						
Gerencia y Jefaturas.	Se espera el cumplimiento del 100% de las capacitaciones						

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 Procedimientos.

El objetivo principal es determinar las actividades y responsabilidades, velando por la mejor calidad de los procesos estandarizándolos para hacer de manera ordenada y planificada cada acción que se realizara en la gestión de inventarios.

Código: GL-PR-001	PROCEDIMIENTO	Vigente desde:
Versión: 01	GESTION LOGISTICA	Su aprobación

1. Responsable: Asistente Administrativo

2. Objetivo y Alcance: Asegurar el abastecimiento oportuno de insumos, materiales, repuestos y servicios necesarios a las diferentes áreas y procesos de la organización, así como asegurar su preservación para mantener la conformidad con los requisitos.

3. Definiciones y Abreviaturas:

3.1 RAIO: Orden de Compra.

3.2 HR: Hoja de Requerimientos.

4. Documentos a Consultar:

4.1 GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores.

5. Desarrollo de la Actividad:

Solicitud del vendedor, Hoja de Requerimientos

5.1 Coordinación de Servicios de Transporte.

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	1	Recibe la solicitud del Departamento Comercial y coordina el servicio con el proveedor de transporte seleccionado, de acuerdo al procedimiento de GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores

5.2 Atención de Solicitud de Insumos / materiales / repuestos y Servicios (a excepción del servicio de transporte).

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	1	Recibe la Hoja de Requerimientos, la revisa, la firma y hace una revisión del stock para determinar qué insumos / materiales / repuestos están disponibles, asimismo, revisa qué servicios requieren realizarse.

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	RD	<ul style="list-style-type: none"> • Si los insumos / materiales / repuestos se encuentran disponibles, coordina con el Encargado de Compras para que se lo entregue al Supervisor de Departamento Mesabi. Seguidamente, el asistente administrativo actualiza el inventario. • Si se trata de servicios, el asistente administrativo coordina el servicio con el proveedor seleccionado, de acuerdo al procedimiento de GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores. • Si los insumos / materiales / repuestos no se encuentran disponibles en stock y se trata de compra nacional, el asistente administrativo selecciona al proveedor de acuerdo al procedimiento GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores, y gestiona la compra. • Si los insumos / materiales / repuestos no se encuentran disponibles en stock y se trata importaciones, el asistente administrativo selecciona al proveedor de acuerdo al procedimiento GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores, y apoya en la gestión de la compra y en la generación de una Solicitud de Importación.
Asistente Administrativo	2	Seguidamente, direcciona la compra al encargado de compras, si se trata de compras nacionales o al asesor, si se trata de importaciones.

Realiza	Nº	Actividad
Encargado de Compras / Asesor	3	Ejecuta la compra, de acuerdo a la Hoja de Requerimiento o Solicitud de Importación .
Asistente Administrativo / Encargado de Compras	4	Verifica los insumos / materiales / repuestos comprados con respecto a los requerimientos especificados en la Hoja de Requerimiento.
Encargado de Compras	5	Realiza el almacenamiento de los insumos / materiales / repuestos tomando en cuenta las características de los productos adquiridos y los cuidados de preservación de los mismos.
Asistente Administrativo	6	Actualiza el inventario de insumos / materiales / repuestos
Encargado de Compras	7	Entrega los insumos / materiales / repuestos al Supervisor de Departamento MESABI. Continúa en actividad 6.

5.3 Gestión de inventarios.

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	1	Revisa periódicamente el inventario de insumos / materiales / repuestos.
Asistente Administrativo	RD	<ul style="list-style-type: none"> Si los niveles de inventario son iguales al punto de pedido, genera una Hoja de Requerimiento, selecciona al proveedor, de acuerdo al procedimiento GL-PR-002 Selección y Evaluación de Proveedores.
Asistente Administrativo	RD	<ul style="list-style-type: none"> Si se trata de importaciones, apoya en la generación de una Solicitud de Importación y direcciona la compra al asesor. Si se trata de compras nacionales, direcciona la compra al encargado de compras.

Realiza	Nº	Actividad
Encargado de Compras / Asesor	2	Ejecuta la compra, de acuerdo a la Hoja de Requerimiento o Solicitud de Importación.
Encargado de Compras	3	Verifica los insumos / materiales / repuestos comprados con respecto a los requerimientos especificados en la Hoja de Requerimiento.
Encargado de Compras	4	Realiza el almacenamiento de los insumos / materiales / repuestos tomando en cuenta las características de los productos adquiridos y los cuidados de preservación de los mismos.
Asistente Administrativo	5	Actualiza el inventario de insumos / materiales / repuestos

6. Registros:

6.1 Hoja de Requerimiento

6.2 Solicitud de Importación.

6.3 Inventario actualizado.

7. Anexos:

7.1 Gráfica 22: Diagrama de Proceso de Gestión Logística.

CONTROL DE CAMBIOS

Revisión Vigente	Revisión Superada	Cambios Realizados
01	---	<ul style="list-style-type: none"> Versión inicial del documento.

Figura 46.Propuesta de gestión logística.

Código: GL-PR-002	PROCEDIMIENTO	Vigente desde:
SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE	PROVEEDORES	01/10/2017
Versión: 01		

1. Responsable: Asistente Administrativo

2. Objetivo y Alcance: Establecer los criterios de selección, evaluación y re-evaluación de proveedores de productos y servicios que impactan en los procesos, productos y servicios que ofrece Radiadores Arnao.

Determinar aquellos proveedores que, como resultado de su buen desempeño, aseguran que Radiadores Arnao tenga procesos controlados y logre satisfacer las necesidades de sus clientes.

3. Definiciones y Abreviaturas:

3.3 Nivel de Servicio: nivel de calidad de un servicio entregado, que se mide en base a cumplimiento, tiempo, especificaciones y conocimiento sobre el producto y/o servicio ofrecido.

4. Documentos a Consultar:

No aplica.

5. Desarrollo de la Actividad:

Información de potenciales proveedores.

5.4 Selección de Proveedores.

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	1	Selecciona por lo menos 3 potenciales proveedores por cada producto y/o servicio a solicitar, teniendo como base si cuenta con razón social y RUC, la información de la empresa en la web, imagen, reconocimientos, certificaciones y/o acreditaciones, opiniones de otras compañías a las cuales provee u otros, con la finalidad de elaborar un listado preliminar de proveedores.

Realiza	Nº	Actividad												
Asistente Administrativo	2	<p>Contacta con los potenciales proveedores para conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de proveer los productos y/o servicios con las características requeridas por Radiadores Arnao. • Tiempo de atención. • Cantidades mínimas por pedido de los productos que ofrecen. • Otras variables necesarias para concretar la intención de negocio (visita a las instalaciones del proveedor, certificación ISO 9001 u otros). <p>Además, informa que, de concretarse la intención de negocio, serán evaluados con cierta frecuencia, bajo los parámetros de evaluación definidos en el formato Evaluación de Proveedores Críticos, siendo los niveles de aceptación los siguientes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>% Nivel de Servicio</th><th>Calificación</th><th>Resultado</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[80% , 100%]</td><td>“A”</td><td>Aceptable</td></tr> <tr> <td>[60% , 80%]</td><td>“B”</td><td>Aceptable</td></tr> <tr> <td>[0% , 60%]</td><td>“C”</td><td>No Aceptable</td></tr> </tbody> </table>	% Nivel de Servicio	Calificación	Resultado	[80% , 100%]	“A”	Aceptable	[60% , 80%]	“B”	Aceptable	[0% , 60%]	“C”	No Aceptable
% Nivel de Servicio	Calificación	Resultado												
[80% , 100%]	“A”	Aceptable												
[60% , 80%]	“B”	Aceptable												
[0% , 60%]	“C”	No Aceptable												
Asistente Administrativo	3	En base a los resultados anteriores, define en la Lista de Proveedores , cuáles son los seleccionados, colocándole el estado “activo”.												
Asistente Administrativo	4	Dado que se trata de un proveedor nuevo, lo evalúa hasta la 3era compra consecutiva usando el formato Evaluación de Proveedores Críticos . Dependiendo de los resultados, puede modificar la frecuencia de evaluación.												

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	RD	<ul style="list-style-type: none"> • Si en la 1era o 2da evaluación consecutiva, el proveedor tiene calificación no aceptable (“C”), registra las acciones a tomar en el formato Evaluación de Proveedores Críticos. Luego, realiza la retroalimentación al proveedor. • Si en la 3era evaluación consecutiva, el proveedor nuevamente tiene calificación “C”, lo desestima como tal, le coloca el estado “inactivo” y selecciona otro de la Lista de Proveedores. Continúa con el numeral 4. • Por el contrario, si en la 3era evaluación, el proveedor tiene una calificación aceptable (“A” ó “B”), le coloca el estado “activo”. • Si en la 1 era y 2da evaluación consecutiva, el proveedor califica como aceptable, le coloca el estado “activo” y decide evaluarlo por cada tres meses. Si como resultado de las evaluaciones posteriores, sigue manteniéndose en un nivel aceptable, al cumplir el año de haber seleccionado al proveedor se determina la nueva frecuencia de evaluación, de acuerdo al numeral 5.2. • Si como resultado de las evaluaciones posteriores, algunos de los resultados no son aceptables, evalúa al proveedor hasta el 4to mes consecutivo y luego, decide si lo desestima, dependiendo del impacto generado en Radiadores Arnao, o mantenerlo, dependiendo de la eficacia de las acciones correctivas implementadas por el proveedor.

5.5 Evaluación de Proveedores.

Realiza	Nº	Actividad												
Asistente Administrativo	1	<p>Determina el Grado de Importancia (GI) que representa el proveedor de productos y servicios para Radiadores Arnao. El grado de importancia se clasifica en 3 grupos, según la siguiente tabla:</p> <table> <tr> <th>GI</th><th>Prefijo</th><th>Proveedores que...</th></tr> <tr> <td>Alta</td><td>1</td><td>...son estratégicos: único en el mercado, es reconocido, es la 1era opción para la toma de un servicio por referencias o porque anteriormente se usaron sus productos o servicios.</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>2</td><td>...son alternativos: es la 2da o 3era opción para la toma de un servicio.</td></tr> <tr> <td>Baja</td><td>3</td><td>...son eventuales.</td></tr> </table>	GI	Prefijo	Proveedores que...	Alta	1	...son estratégicos: único en el mercado, es reconocido, es la 1era opción para la toma de un servicio por referencias o porque anteriormente se usaron sus productos o servicios.	Media	2	...son alternativos: es la 2da o 3era opción para la toma de un servicio.	Baja	3	...son eventuales.
GI	Prefijo	Proveedores que...												
Alta	1	...son estratégicos: único en el mercado, es reconocido, es la 1era opción para la toma de un servicio por referencias o porque anteriormente se usaron sus productos o servicios.												
Media	2	...son alternativos: es la 2da o 3era opción para la toma de un servicio.												
Baja	3	...son eventuales.												
Asistente Administrativo	2	Clasifica a los proveedores de productos por “Volumen de Compra” (VC) y los ordena de mayor a menor importe comprado en un año.												

Realiza	Nº	Actividad												
Asistente Administrativo	3	<p>Clasifica en 3 grupos, por los importes de compra acumulados, según la siguiente tabla:</p> <table> <tr> <th>VC</th><th>Prefijo</th><th>Proveedores cuyas compras en conjunto...</th></tr> <tr> <td>Alta</td><td>1</td><td>... forman hasta el 80% de las compras totales.</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>2</td><td>... forman desde el 81% hasta el 95% de las compras totales.</td></tr> <tr> <td>Baja</td><td>3</td><td>... forman desde el 96% hasta el 100% de las compras totales.</td></tr> </table>	VC	Prefijo	Proveedores cuyas compras en conjunto...	Alta	1	... forman hasta el 80% de las compras totales.	Media	2	... forman desde el 81% hasta el 95% de las compras totales.	Baja	3	... forman desde el 96% hasta el 100% de las compras totales.
VC	Prefijo	Proveedores cuyas compras en conjunto...												
Alta	1	... forman hasta el 80% de las compras totales.												
Media	2	... forman desde el 81% hasta el 95% de las compras totales.												
Baja	3	... forman desde el 96% hasta el 100% de las compras totales.												

Asistente
Administrativo

4

Asigna un nivel de priorización en función al “Grado de Importancia” (GI) y al “Volumen de Compra” (VC).

VC				
GI	Prefijo	1	2	3
	1	AL	AL	ME
	2	AL	ME	ME
	3	ME	ME	BA

La priorización se asigna solo según el “Grado de Importancia” (GI) cuando se trata de servicios que afectan la eficacia y eficiencia de Radiadores Arnao (Informática, transporte, etc.) o cuando exista un proveedor único en el mercado. Para ello, se emplea la tabla siguiente:

GI	Variable	Priorización
	1	AL
	2	ME
	3	BA

Donde:

- AL: La prioridad de evaluación es alta, es decir, la evaluación se realiza cada tres meses consecutivos.
- ME: La prioridad de evaluación es media, es decir, la evaluación se realiza cada cuatro meses consecutivos.
- BA: Los proveedores no son evaluados, porque no influyen en los resultados para la continuidad de las operaciones y crecimiento de Radiadores Arnao.

Realiza	Nº	Actividad								
Asistente Administrativo	5	Evalúa al proveedor, de acuerdo al formato Evaluación de Proveedores Críticos y calcula el Nivel de Servicio prestado.								
Asistente Administrativo	RD	<div>De acuerdo al Nivel de Servicio, califica al proveedor de acuerdo a la siguiente tabla:</div> <table><tr><th>% Nivel de Servicio</th><th>Calificación</th></tr><tr><td>[80% , 100%]</td><td>“A”</td></tr><tr><td>[60% , 80%[</td><td>“B”</td></tr><tr><td>[0% , 60%[</td><td>“C”</td></tr></table>	% Nivel de Servicio	Calificación	[80% , 100%]	“A”	[60% , 80%[	“B”	[0% , 60%[	“C”
% Nivel de Servicio	Calificación									
[80% , 100%]	“A”									
[60% , 80%[	“B”									
[0% , 60%[	“C”									
Asistente Administrativo	6	Registra las acciones necesarias, de acuerdo al resultado de la evaluación en el formato Evaluación de Proveedores Críticos .								

5.3 **Retroalimentación a los Proveedores.**

Realiza	Nº	Actividad												
Asistente Administrativo	1	Comunica al proveedor el resultado de su evaluación.												
		<table><tr><th>Calificación por Nivel de Servicio</th><th>Frecuencia de Comunicación(es)</th><th>Objetivo de la Reunión</th></tr><tr><td>Proveedor “A”</td><td>Cada 6 meses.</td><td>Crear o fortalecer alianzas, establecer acciones de mejora.</td></tr><tr><td>Proveedor “B”</td><td>Cada 3 meses.</td><td>Condicionar resultados para no desmejorar, establecer acciones preventivas</td></tr><tr><td>Proveedor “C”</td><td>Luego de la evaluación realizada</td><td>Cuestionar resultados, establecer acciones correctivas, establecer periodo de recuperación.</td></tr></table>	Calificación por Nivel de Servicio	Frecuencia de Comunicación(es)	Objetivo de la Reunión	Proveedor “A”	Cada 6 meses.	Crear o fortalecer alianzas, establecer acciones de mejora.	Proveedor “B”	Cada 3 meses.	Condicionar resultados para no desmejorar, establecer acciones preventivas	Proveedor “C”	Luego de la evaluación realizada	Cuestionar resultados, establecer acciones correctivas, establecer periodo de recuperación.
Calificación por Nivel de Servicio	Frecuencia de Comunicación(es)	Objetivo de la Reunión												
Proveedor “A”	Cada 6 meses.	Crear o fortalecer alianzas, establecer acciones de mejora.												
Proveedor “B”	Cada 3 meses.	Condicionar resultados para no desmejorar, establecer acciones preventivas												
Proveedor “C”	Luego de la evaluación realizada	Cuestionar resultados, establecer acciones correctivas, establecer periodo de recuperación.												

Realiza	Nº	Actividad
Asistente Administrativo	2	<p>Registra en el formato Revisión de Resultados con Proveedor los acuerdos y conclusiones tomadas con el proveedor a fin de efectuar el seguimiento respectivo para su implementación.</p> <p>Radiadores Arnao puede adquirir productos o servicios a un proveedor calificado como “C” cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el único en el mercado. • Considera que se puede recuperar, para ello en el formato Revisión de Resultados con Proveedor se debe registrar: <ul style="list-style-type: none"> * Las acciones definidas para la recuperación. * Periodo de re-evaluación.

6. Registros:

6.4 Lista de Proveedores

6.5 Evaluación de Proveedores Críticos

6.6 Revisión de Resultados con Proveedor

7. Anexos:

7.1 No aplica.

CONTROL DE CAMBIOS

01	---	<ul style="list-style-type: none"> • Versión inicial del documento.
----	-----	--

El principal problema que tiene la empresa es la falta de procedimientos para controlar el stock. Actualmente, al finalizar cada temporada la empresa se queda sin stock el cual no se tuvo previsto. Para finalizar con esta causa, se propuso a la empresa realizar diversas ofertas de liquidación en tiendas, lo cual genera tener un menor margen y por consiguiente menores

ganancias. La segunda alternativa se propuso proveedores estratégicos utilizando la metodología ABC multicriterio para mercadería para que manejan precios rebajados. Por último, la tercera alternativa el cual es menor al costo unitario del producto. Sin embargo, aun realizando estas estrategias de venta, la empresa aún cuenta con problemas de ruptura de stock. El problema de la falta de procedimientos para controlar el stock se deriva en tres aristas:

- 1) no existe método de gestión de inventarios;
- 2) no existe método que calcule el stock necesario y
- 3) no hay un seguimiento de compra.

La empresa no cuenta con método de gestión de inventarios, y es por ello que la empresa presenta problemas con el stock en almacén, el cual no está clasificado por alguna política de inventario y conlleva a tener rupturas de stock en almacén el cual perjudica la operación logística. Ante lo expuesto se propone implementar una Gestión de Inventarios basado en la clasificación ABC, el cual permite identificar los materiales más relevantes para la empresa.

3.4.6 Cronograma.

La implementación se realizará en 13 semanas según se detalla en el cronograma descrito en la Tabla 101 que se muestra a continuación.

Tabla 101.Cronograma de Implementación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Semana												
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Capacitación: Presentación del estudio													
Gerencia													
Capacitación: Presentación del estudio, post aprobación de Gerencia													
Gerencia, jefes, asistente de logística													
Jefe de logística y asistente													
Implementación: Clasificación ABC, Stock de Seguridad, Lote óptimo y Pronóstico													
Jefe de logística y asistente													
Tabulación y análisis de resultados													
Gerencia y equipo técnico.													
Seguimiento a la implementación.													
40% de su jornada diaria por 3 meses													

Leyenda de Semanas:		
	Del	Al
Semana N° 29	17 Julio	23 Julio
Semana N° 30	24 Julio	30 Julio
Semana N° 31	31 Julio	6 Agosto
Semana N° 32	7 Agosto	13 Agosto
Semana N° 33	14 Agosto	20 Agosto
Semana N° 34	21 Agosto	27 Agosto
Semana N° 35	28 Agosto	3 Setiembre
Semana N° 36	4 Setiembre	10 Setiembre
Semana N° 37	11 Setiembre	17 Setiembre
Semana N° 38	18 Setiembre	24 Setiembre
Semana N° 39	25 Setiembre	1 Octubre
Semana N° 40	2 Octubre	8 Octubre
Semana N° 41	9 Octubre	15 Octubre

Fuente: Elaboración propia.

3.4.7 Comparación situación actual Vs Situación propuesta

En la Tabla 95 se muestra el comparativo de la situación actual Vs situación propuesta si se lleva a cabo la implementación, considerando que la inversión no supera los S/. 205,752.00 soles, se debería optar por la implementación.

Tabla 102.Comparativo Situación actual Vs Situación propuesta

Situación Actual	Propuesta de Mejora
1 Falta de gestión de inventario	1 Implementación de controles de stock mínimo, stock de seguridad y lote óptimo para controlar las existencias, evitar caídas de stock y mejorar la gestión de inventarios.
2 Falta de clasificación de materiales en almacén por de unidad de negocio.	2 Clasificación de materiales en almacén por de unidad de negocio.
3 Falta de planificación de ventas.	3 Implementar planificación de ventas.
4 No se maneja indicadores de gestión	4 Se implementarán 4 indicadores de gestión logística.
5 No existe alianzas estratégicas con proveedores.	5 Conseguir alianzas estratégicas con proveedores que están clasificados como A, en la clasificación ABC.
6 77% de los requerimientos de materiales en el almacén de la unidad de negocio de fabricación se entregan fuera de tiempo (+ de 9 días).	6 Disminuir a un 45% de la demora de entrega de materiales del almacén de fabricación.
7 67% de la producción de radiadores de agua se entregan fuera de tiempo.	7 Disminuir en 50% el porcentaje de entrega de radiadores de agua fuera de tiempo.
8 68% de la producción de radiadores de aceite se entregan fuera de tiempo.	8 Disminuir en 50% el porcentaje de entrega de radiadores de agua fuera de tiempo.
9 90% de las solicitudes para la unidad de negocio de servicio técnico se entregan fuera de tiempo.	9 Disminuir en 70% el porcentaje de entrega de radiadores de agua fuera de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto que los indicadores iniciales respecto a gestión de entrega de materiales de los dos almacenes a sus respectivas unidades de producción superan el 50% debido a que no existía ningún tipo de mejora, también es cierto que al realizar la implementación se tendrá mejoras sustanciales debido a que los indicadores iniciales son altos en deficiencia, sin embargo para no caer como optimistas respecto a los resultados es que se considera porcentajes de mejora menores a 25%, para los primeros 6 meses de implementación. Se recomienda que las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) evalúen como mínimo las operaciones de entrada y salida de los productos utilizando algunas técnicas básicas de control. Existen varias razones para ejercer un control efectivo de inventarios ya que el costo de mantenerlos puede ser elevado. Es importante que la empresa identifique la cantidad ideal de productos a mantener en stock para que la empresa no genere costos excesivos en este sentido.

Asimismo, si no se mantienen niveles adecuados de insumos, las utilidades se verán afectadas negativamente al perder la capacidad de producir el bien que se comercializa. Además, si no se utilizan eficazmente los inventarios con una vida útil corta, su valor puede disminuir o perderse del todo. Del mismo modo, cuando un cliente encuentra problemas a la hora de obtener el producto o servicio en forma inmediata, puede surgir su insatisfacción.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN.

En este capítulo se realizará la validación de las distintas propuestas explicadas en el capítulo anterior. El cual permitirá a la empresa reducir los costos en los procesos trabajados en el presente proyecto de mejora.

Para ello, se realizará una prueba de simulación que consiste en evaluar el tiempo de servicio del almacén de la empresa, para brindar las solicitudes de pedido de fabricación y servicio técnico para los diferentes, en base a las estrategias formuladas en el capítulo. Se realizó la validación, para las mejoras relacionadas a gestión de inventarios y almacenes.

4.1 Validación de la propuesta.

4.1.1 Proceso a simular

El objetivo del presente capítulo es validar que las mejoras que se desean aplicar al proceso de “Fabricación y Servicio técnico de radiadores”. Analizar los resultados del proceso actual y compararlos con los resultados del proceso propuesto, basado en los resultados de los principales indicadores.

Basados en los Diagramas de operaciones, y el proceso macro de fabricación y reparación, así como los recursos que intervienen, se diseñó el siguiente flujograma de “Fabricación y Reparación de radiadores” el cual servirá de base para realizar la simulación en el software Arena, el cual será la plataforma para diseñar y ejecutar los procesos actual y propuesto, ver Figura 47

Figura 47. Flujograma para simulación

- Color Celeste: Indica las llegadas que ingresan al proceso. Se relacionan con los tiempos entre llegadas.

- **Color plomo:** Las actividades o sub procesos que se realizan, y se relacionan directamente con los tiempos de servicio

Además de ello cada tipo de Orden de trabajo (OT) o tipo de producto tiene atributos que diferencian las características entre uno y otro producto.

4.1.2 Descripción del problema y propuestas de solución

El problema que se presenta en el proceso, es el incumplimiento de la entrega de los productos en las fechas establecidas, el cual se ha detectado que es por la falta de materiales de almacén, lo cual se debe por errores en la planificación, demora en la entrega de los materiales al almacén, deficiente rotación de los inventarios y baja coordinación entre logística y ventas.

La propuesta de mejora que se plantea en la presente tesis, y que se validará mediante la simulación utilizando el software Arena, se basa en reducir los tiempos de proceso en las actividades donde participa el almacén y la gestión de inventarios, todo ello con la finalidad de disminuir el tiempo total del proceso de cada uno de los productos y así afectar de manera positiva a los indicadores de cumplimiento hacia los clientes, reduciendo el retraso en la entrega y cumpliendo con las fechas establecidas para que así la empresa no se vea afectada por penalidades o deserción de los clientes, lo cual influiría en la rentabilidad de la empresa.

4.1.3 Variables de la simulación.

Entidades

- **Órdenes de Trabajo de Fabricación:** Son aquellas solicitudes que ingresan al proceso con la finalidad de fabricar un producto. Aquí puede ser los productos principales como los radiadores de agua y aceite y otros productos.
- **Órdenes de Trabajo de Servicio Técnico:** Son aquellas solicitudes que ingresan al proceso con la finalidad de reparar un producto. Aquí puede ser los productos principales como los radiadores de agua y Mesabi y otros productos.

Atributos

- **Tipo de producto:** Se define como TIPO y representa 4 tipos de productos para la simulación a realizar: Tipo 1=Radiadores de Agua o aceite a fabricar. Tipo 2=Otros productos a fabricar. Tipo 3= Radiadores de Agua o Mesabi a Reparar. Tipo 4= Otros productos a reparar.

- **Tiempos de servicio:** Los tiempos de servicio de evaluación, atención de almacén y de fabricación o servicio técnico difieren por cada tipo de producto, por lo cual se colocará en los atributos de cada entidad según su tipo de producto.
- **Hora llegada:** Se define como LLEGADA, y almacena la hora que llega una entidad o producto al sistema.

Tiempos entre Arribos

- X1= Tiempo entre llegadas de las órdenes de trabajo de fabricación.
- X2= Tiempo entre llegadas de las órdenes de trabajo de servicio técnico.

Tiempos de Servicio

Estos tiempos, son aquellos referidos a cada una de las actividades que consumen tiempo en el proceso. Definimos con X_i a cada uno de los tiempos que intervendrán en el proceso.

- X3= Tiempo de evaluación para productos TIPO 1 Y 2
- X4= Tiempo de evaluación para productos TIPO 3Y 4
- X5= Tiempo de solicitud de requerimientos de materiales a almacén.
- X6= Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 1
- X7= Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 2
- X8= Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 3
- X9= Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 4
- X10= Tiempo de fabricación para productos TIPO 1
- X11= Tiempo de fabricación para productos TIPO 2
- X12= Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 3
- X13= Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 4
- X14= Demora o tiempo de entrega de OT o productos terminados.

Número de Recursos del Proceso

- Operadores en evaluación de OT de fabricación = 1 persona

- Operadores en evaluación de OT de servicio técnico = 2 personas
- Operadores en requerimiento de materiales = 1 persona
- Operadores en almacén = 2 personas
- Operadores en fabricación de OT = 4 personas
- Operadores en servicio técnico de OT = 6 personas

Indicadores

Los indicadores del proceso permitirán evaluar el estado actual de un proceso y compararlo con el proceso propuesto que se plantea.

- Tiempo en el proceso que permanece una Orden de Trabajo de cada tipo de producto, desde que ingresa hasta que sale. A ello se le ha llamado $T_{sistema}$.
- Cantidad de OT atendidas de cada producto.
- % de OT atendidas.
- Tiempo de espera en cola de cada entidad a lo largo del proceso.
- Número o tamaño promedio de la cola en cada actividad del proceso.
- Porcentaje de utilización de los operarios.
- **4.1.4 Recolección de datos.**

X1 y X2: Tiempos entre Arribos y cantidad por arribo

Cada día puede darse el caso de recibir pedidos u OT tanto de fabricación como de servicio técnico que oscilan entre cantidades de 0 a 2 basados en una frecuencia. En base a una muestra de 120 días, se pudo obtener la siguiente información:

Tabla 103. Órdenes de Trabajo Fabricación

OT	Frecuencia	F.rel	Acum.
0	29	0.483	0.483
1	30	0.500	0.983

2	1	0.017	1.000
	60		

Tabla 104 Órdenes de Trabajo Serv.Técnico

OT	Frecuencia	F.rel	Acum.
0	4	0.067	0.067
1	53	0.883	0.950
2	3	0.050	1.000
	60		

En base a ello, el tiempo entre arribos se define para ambos tipos de OT que llegan al proceso como:

X1= CONSTANTE(1) día

Teniendo en cuenta que la cantidad de entidades por arribo de órdenes de trabajo para fabricación tiene la siguiente distribución:

DISC (0.483,0,0.983,1,1,2)

X2= CONSTANTE (1) día

Teniendo en cuenta que la cantidad de entidades por arribo de órdenes de trabajo para servicio técnico tiene la siguiente distribución:

DISC (0.067, 0, 0.950,1,1,2)

Tiempos de Servicio

Para 4 tiempos, se pudo conseguir información de los participantes del proceso sobre los tiempos mínimos y máximos que toman las actividades, expresadas en días, ver Tabla 105

Tabla 105. Tiempo para las variables

Variable	Nombre	Min	Prom	Máx
X3	Tiempo de evaluación para productos TIPO 1 Y 2	0.3	-	1
X4	Tiempo de evaluación para productos TIPO 3 Y 4	1		2.5
X5	Tiempo de solicitud de requerimientos de materiales a almacén.	0.3		0.5
X14	Demora o tiempo de entrega de OT o productos terminados.	0.5	0.8	1

Los tiempos de servicio mencionados siguen las siguientes distribuciones estadísticas:

- X3= UNIF (0.5,1) días
- X4= UNIF (1,2.5) días
- X5= UNIF (0.3,0.5) días
- X14= TRIA (1,1.3,1.5) días.

Para 8 tipos de tiempos de servicio se tomó 50 muestras correspondientes a 50 órdenes de cada tipo de producto que se fabrica o se repara en servicio técnico. Cada uno de los datos recolectados en Excel, se traslada a un archivo de texto TXT para luego ser trasladado al software complementario de Arena INPUT ANALYZER, que nos recomienda una distribución que se ajuste a los datos obtenidos. Dicha distribución posteriormente será colocada en los módulos de Arena., Ver tabla 106.

Tabla 106.Tiempos de Atención en almacén

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Observación	X6	X7	X8	X9
1	2.86	0.77	1.61	1.06
2	1.5	1.23	1.28	1.1

3	1.47	0.69	1.74	1.11
4	2.84	1.13	2.64	1.39
5	1.51	1.1	2.51	1.06
6	2.02	1.35	1.93	1.46
7	1.36	1.03	2.11	1.06
8	2.55	0.53	1.15	1.49
9	2.96	1.5	2.23	1.21
10	2.75	0.71	2.51	1.49
11	2.31	1.33	2.15	1.01
12	1.72	1.25	1.5	1.35
13	2.45	1.06	1.77	1.41
14	1.88	1.23	2.81	1.15
15	1.99	0.73	2.62	1.12
16	2.59	0.84	1.83	1.48
17	1.66	0.97	1.07	1.46
18	1.32	1.22	2.13	1.26
19	1.79	1.06	2.03	1.37
20	2.72	0.8	2.48	1.26
21	2.59	0.9	1.29	1.41
22	1.99	1.25	2.38	1.49
23	2.18	1.38	1.17	1.32
24	1.19	1.22	1.94	1.05
25	2.3	1.4	2.04	1.43

26	2.59	0.81	1.65	1.23
27	2.22	1.28	1.23	1.35
28	1.55	1	2.48	1.34
29	1.82	0.95	1.37	1.04
30	2.9	1.26	1.62	1.27
31	2.7	1.43	1.57	1.04
32	1.89	1.4	1.43	1.09
33	1.1	0.88	2	1.36
34	2.2	1.48	2.06	1.22
35	2.09	0.55	2.77	1.02
36	2.56	1.09	1.46	1.21
37	1.33	0.55	1.43	1.41
38	2.45	0.99	2.75	1.08
39	1.21	0.51	1.46	1.16
40	2	1.31	1.96	1.22
41	2.1	1.21	1.32	1.45
42	1.7	0.54	2.47	1.01
43	1.27	1.16	2.87	1.39
44	2.56	1.46	2.67	1.5
45	1.41	0.84	2.24	1.01
46	1.67	0.77	1.67	1.02
47	1.62	0.63	2.38	1.23
48	1.47	0.73	1.82	1.13

49	2.06	1.04	1.93	1.26
50	2.12	0.95	2.51	1.17

X6: Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 1

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 48.

Figura 48. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 1

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 1 es:

X6= UNIF (1,3) días

X7: Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 2

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 49

Figura 49. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 2

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 2 es:

X7= NORM (1.03, 0.283) días

X8: Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 3

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 50

Figura 50. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 3

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 3 es:

X8= UNIF (1,3) días

X9: Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 4

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 51

Figura 51. Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 4

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de atención de almacén para productos TIPO 4 es:

X9= UNIF (1, 1.55) días

Por otro lado, se recolecto datos para el tiempo de fabricación y servicio técnico del radiador dentro la empresa, como se puede observar en Tabla 107.

Tabla 107. Tiempos de fabricación y reparación

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Observación	X10	X11	X12	X13
1	3.2	3.02	7.37	5.96
2	3.26	3.07	6.37	5.84
3	3.35	3.02	7.25	5.86
4	4.92	3.25	7.02	5.65

5	3.84	3.36	7.02	5.82
6	3.19	3.13	8.6	5.95
7	4.04	3.47	10.63	5.8
8	4.82	3.12	8.04	5.72
9	4.92	2.84	8.98	5.81
10	3.07	2.89	7.76	5.79
11	4.6	3.47	6.68	5.94
12	4.61	3.69	10.37	5.87
13	4.07	3.68	6.43	5.57
14	3.12	3.18	7.15	5.52
15	4.95	3.2	7.35	5.79
16	3.48	3.59	8.37	5.9
17	3.44	3.26	7.11	5.83
18	3.21	3.21	6.44	5.87
19	3.31	3.08	7.74	5.78
20	4.45	3.08	9.19	5.63
21	3.5	3.4	8.11	5.64
22	4.36	3.42	6.79	5.68
23	3.69	3.2	7.25	5.81
24	3.27	2.96	7.07	5.93
25	4.48	3.18	7.53	5.73
26	4.02	2.81	9.65	5.79
27	3.29	3.4	7.59	5.66

28	4.96	3.47	6.29	5.74
29	3.29	3.61	7.69	5.55
30	3.48	3.28	8.26	5.73
31	4.19	3.15	6.74	5.83
32	4.13	3.08	8.12	5.78
33	3.84	2.93	6.94	5.62
34	4.84	3.29	6.81	5.89
35	4.8	3.43	7.41	5.63
36	4.81	3.25	9.71	5.75
37	4.7	3.3	8.14	5.81
38	3.05	3.49	9.64	5.65
39	4.2	3.12	8.6	5.86
40	3.45	3.48	7.88	5.7
41	4.46	3.29	6.59	5.77
42	3.63	3.63	10.2	5.59
43	3.29	3.61	8.25	5.63
44	3.33	3.3	8.34	5.54
45	3.1	2.85	9.54	5.75
46	3.59	3.53	8.93	5.85
47	3.48	3.48	6.49	5.53
48	3.08	3.54	7.76	5.92
49	4.78	3.26	7.05	5.92
50	3.63	3.34	10.92	5.7

X10: Tiempo de fabricación para productos TIPO 1

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 52.

Figura 52. Tiempo de fabricación para productos TIPO 1

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de fabricación para productos TIPO 1 es:

X10= UNIF (3,5) días

X11: Tiempo de fabricación para productos TIPO 2

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 53.

Figura 53. Tiempo de fabricación para productos TIPO 2

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de fabricación para productos TIPO 2 es:

X11= TRIA (2.72, 3.32, 3.78) días

X12: Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 3

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05, ver Figura 54.

Figura 54. Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 3

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 3 es:

$$X_{12} = 6 + \text{LOGN}(1.98, 1.56) \text{ días}$$

X13: Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 4

Tomando los 50 datos y pasándolo al INPUT ANALYZER, se obtuvo que la mejor distribución con error cuadrado bajo y un P value >0.05 ver Figura 55.

Figura 55. Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 4

La distribución recomendada por Arena para el Tiempo de servicio técnico para productos TIPO 4 es:

$$X_{13} = \text{TRIA}(5.47, 5.81, 6) \text{ días}$$

Tiempo de Simulación

El tiempo a simular será 5 días a la semana, durante 52 semanas, es decir, un año de simulación. En la cual se trabajará una cantidad determinada de réplicas. A priori serían 40 réplicas

4.1.4 Modelo actual en el programa Arena.

Para representar a las llegadas de los dos tipos de entidades: pedidos de fabricación y de servicio técnico se utilizó los módulos CREATE, a los cuales se les colocó los tiempos X1 y X2 obtenidos en la recolección de datos, así como la cantidad de entidades por vez.

Para representar que tipo de producto de los de fabricación y los de servicio técnico se está realizando se utiliza el DECIDE basándose en las probabilidades de ocurrencia, que permite bifurcar dos caminos en cada caso, con la finalidad luego de crear atributos para cada tipo de producto,

Y para que aparezcan los atributos de cada producto, donde se colocan las variables de tiempos de servicios, obtenidas en la recolección de datos se usa ASSIGN que logra diseñar lo mencionado,

Para las actividades propias del proceso, como la evaluación, requerimiento de materiales, atención en almacén o la misma fabricación o servicio técnico se usa los PROCESS. Cada uno en base a un tiempo o de un atributo definido anteriormente pero que parte de un Assign.

Para calcular algunos indicadores se utiliza módulos RECORD que permiten almacenar el tiempo en el sistema, contadores de servicios o fabricaciones atendidas.

Para registrar que las estadísticas se almacenen por cada replica que se haga, se usa el módulo STATISTICS que permite grabar los resultados de cada indicador del proceso al uso que se requiera. Se está grabando tiempo en el sistema, la cantidad de pedidos atendidos de cada tipo.

Para definir los parámetros de la simulación, donde colocamos simular 250 días, 50 semanas de lunes a viernes. La unidad de control será por día. Se está definiendo un total de 40 réplicas

Finalmente, el proceso diseñado para el MODELO ACTUAL con el software Arena es el que sigue a continuación, ver Figura 56.

Figura 56.Modelo actual

4.1.5 Resultados del proceso actual.

Al ejecutar el modelo desarrollado para el proceso actual, con 40 réplicas de simulación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Tiempo prom fabricación =23.180
- Tiempo prom servicio =28.821
- Total Fabricación =68.550
- Total ST =47.400
- TCola Fabricación =0.0002
- TCola Serv Técnico =.60591
- TCola Requerimiento =.16100
- TCola Atención Alm =24.105
- Op_entrega.ScheduledUtilization =.00000
- Op_almacen.ScheduledUtilization =.98785
- Op_requerim.ScheduledUtilization =.60330

- Op_eval.ScheduledUtilization =.34219
- Op_eval2.ScheduledUtilization =.86020
- Op_fabr.ScheduledUtilization =.42356
- Op_serv.ScheduledUtilization =.87171
- System.NumberOut =318.15

El tiempo promedio que un pedido de fabricación está en el sistema es de 23.1 días. Mientras que el tiempo promedio para un pedido de servicio técnico pasa en el proceso 28.8 días desde que ingresa hasta que sale.

Además, se han fabricado durante 1 año, 68.5 pedidos de fabricación en promedio, y en el mismo tiempo se han atendido 47.4 pedidos de Servicio técnico en promedio. Estos resultados validan lo que ocurre en el sistema actual.

Por otro lado, el tamaño de cola más crítico se da en el proceso de Atención de Almacén, llegando a un tamaño de cola de 24.1 pedidos en espera para ser atendidos por almacén. A su vez servicio Técnico presenta un tamaño de 0.6 de cola en promedio, dato que se debe tomar en cuenta si se desea mejorar almacén, en un escenario propuesto.

Con respecto a las utilizaciones de los recursos, los operarios de almacén están al 98.7% de utilización, seguido por el proceso de servicio técnico y el proceso de evaluación 2, para servicio técnico, con un 87.1% y 86% respectivamente. Las demás utilizaciones se encuentran por debajo de 60% en promedio.

Número de corridas o réplicas

Para validar si la cantidad de corridas brindan un nivel de confianza aceptable, tomamos los resultados obtenidos en el reporte de simulación de manera completa, de los principales indicadores y calculamos el error aceptado, el cual, se considerará que no se desvíe más del 10% del valor promedio obtenido.

Indicador	Promedio	Half-Width	Error
Tiempo prom fabricación	23.180	1.4395	2.318

Tiempo prom servicio	28.821	1.4632	2.882
Total Fabricación	68.550	1.6217	6.855
Total ST	47.400	1.6082	4.740

En todos los casos, el Half-Width o ancho del intervalo de confianza al 95%, es menor que el Error definido en el presente proceso. Por lo cual podemos aceptar que la cantidad de 40 réplicas son confiables y los resultados de la simulación obtenidos pueden ser utilizados para el análisis requerido en la presente Tesis.

4.1.6 Modelo propuesto en el programa Arena.

La presente tesis y la metodología utilizada para mejorar el proceso propuesto se ve reflejada en la simulación en 2 acciones que formarán parte del modelo propuesto en Arena:

- Disminuir el tiempo de atención en almacén para los pedidos que ingresan en el proceso. Esto se aplicará en la simulación para los 4 tipos de pedido.
- Incrementar un recurso adicional al proceso de servicio técnico, pues una mejora en el tiempo de almacén incrementará la velocidad de llegada de los pedidos de servicio técnico. Esto se aplicará en la cantidad de recursos disponibles para servicio técnico

Los cambios a realizar en el modelo actual desarrollado en Arena son los siguientes:

1) Se estimó que en la mejora los tiempos máximos y mínimos para el proceso de atención en almacén, ver Tabla 108.

Tabla 108. Tiempos de Atención en almacén con la mejora

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Observación	X6	X7	X8	X9
1	0.11	0.08	0.14	0.17
2	0.14	0.12	0.18	0.28
3	0.09	0.14	0.21	0.19
4	0.10	0.1	0.17	0.25

5	0.14	0.09	0.15	0.21
6	0.16	0.11	0.19	0.23
7	0.11	0.09	0.23	0.18
8	0.09	0.07	0.15	0.17
9	0.12	0.08	0.23	0.29
10	0.08	0.07	0.18	0.24

Min	0.08	0.07	0.14	0.17
Max	0.16	0.14	0.23	0.29

Ello en arena se representará como una distribución uniforme: UNIF (mínimo, máximo) en los módulos correspondientes.

2) Incrementar un operario más en el proceso de servicio técnico, para disminuir la cola posible a formarse.

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Op_eval	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	Op_requerim	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	Op_almacen	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
4	Op_fabr	Fixed Capacity	4	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
5	Op_serv	Fixed Capacity	7	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
6	Op_entrega	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
7	Op_eval2	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

3) Se estima que la demanda aumentará un 10% para los productos solicitados en fabricación en los próximos 2 años. Para los de servicio técnico se mantiene estable. Esto hace que la velocidad de frecuencia o tiempo entre llegadas es más corta o se da en mayor cantidad. Ello se representó ajustando la distribución de probabilidades empírica del tiempo entre llegadas sea la siguiente, ver Tabla 109.

Tabla 109. Tiempo de frecuencia después de la mejora.

OT	F.rel	Acum.
0	0.383	0.383
1	0.500	0.883
2	0.117	1.000

Estos cambios se ajustarán al modelo actual, desarrollando un modelo propuesto en arena el cual se ejecutará también con 40 réplicas de simulación. Ver Figura 57.

Figura 57. Modelo de simulación con la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Resultados del proceso propuesto.

Al ejecutar el modelo desarrollado para el proceso PROPUESTO, con 40 réplicas de simulación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Tiempo prom fabricación =6.5276
- Tiempo prom servicio =11.682
- Total Fabricación =108.30
- Total ST =55.025
- TCola Fabricacion =.19421
- TCola Serv Tecnico =.20724
- TCola Requerimiento =.26488
- TCola Atencion Alm =.00000
- Op_entrega.ScheduledUtilization =.00000
- Op_almacen.ScheduledUtilization =.14877
- Op_requerim.ScheduledUtilization =.68586
- Op_eval.ScheduledUtilization =.47903

- Op_eval2.ScheduledUtilization =.85527
- Op_fabr.ScheduledUtilization =.67416
- Op_serv.ScheduledUtilization =.85998
- System.NumberOut =416.30

El tiempo promedio que un pedido de fabricación está en el sistema es de 6.52 días, reduciéndose en 16 días aproximadamente, comparado con el proceso actual. Mientras que el tiempo promedio para un pedido de servicio técnico baja de 28.8 días a 11.6 días, logrando las reducciones esperadas en la presente tesis.

Además, se han fabricado durante 1 año, 108.3 pedidos de fabricación en promedio, 40 más que en proceso actual y en el mismo tiempo se han atendido 55.0 pedidos de Servicio técnico en promedio, 8 más que en el proceso actual. Estos resultados validan que la propuesta de cambio o mejora en el proceso afecta favorablemente a la eficiencia del proceso.

Por otro lado, el tamaño de cola se reduce en todas las actividades del proceso a menos de 0.25 entidades por actividad, en espera.

Con respecto a las utilizaciones de los recursos, todas están debajo del 86%, siendo la más alta servicio técnico, con lo que se valida que el incremento del recurso fue favorable al proceso.

Número de corridas o réplicas

Para validar si la cantidad de corridas brindan un nivel de confianza aceptable, tomamos los resultados obtenidos en el reporte de simulación de manera completa, de los principales indicadores y calculamos el error aceptado, el cual, se considerará que no se desvíe más del 10% del valor promedio obtenido.

Indicador	Promedio	Half-Width	Error
Tiempo prom fabricación	6.5276	.08848	0.652
Tiempo prom servicio	11.682	.08695	1.168
Total Fabricación	108.30	3.1596	10.83
Total ST	55.025	2.3809	5.502

En todos los casos, el Half-Width o ancho del intervalo de confianza al 95%, es menor que el Error definido en el presente proceso. Por lo cual podemos aceptar que la cantidad de 40 réplicas son confiables y los resultados de la simulación obtenidos para el proceso propuesto pueden ser utilizados para el análisis requerido en la presente Tesis. Se comparan con los indicadores establecidos, ver Tabla 110.

Tabla 110. Resultados de los indicadores.

Indicador	Nivel de referencia		Resultado	Indicador de simulación	Resultado	Observación
Nivel de atención de requerimientos	Bueno	Mayor de 80%	99.74%	TCola Requerimiento	0.26%	Cuando el tiempo de de atención es 0% en la simulación, se cumple el 100% de los pedidos de requerimiento.
	Regular	Entre 61% y 79%				
	Deficiente	Menor a 60%				
Pedido de materiales al proveedor	Bueno	Mayor de 95%	99.85%	Op_almacen.ScheduledUtilization	0.15%	Cuando el tiempo de de pedido es 0% en la simulación, se cumple el 100% de los pedidos de materiales.
	Regular	Entre 80% y 94%				
	Deficiente	Menor de 80%				
Nivel de atención del área de Logística	Bueno	Mayor de 95%	100.00%	TCola Atencion Alm	0.00%	Cuando el tiempo de de atención es 0% en la simulación, se cumple el 100% del nivel de atención.
	Regular	Entre 80% y 94%				
	Deficiente	Menor de 80%				

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla mostrada anteriormente solo se muestran los indicadores más importantes de la gestión de inventarios teniendo como resultado positivo del 99% del cumplimiento. Por otro lado, no se colocó los indicadores de la gestión debida que se tendría que desarrollar mediante la implementación para medir los resultados.

4.2 Validación Económica.

Para este análisis, se tomó en cuenta el costo total de la inversión de la propuesta de mejora. En caso de la implementación del modelo de Cantidad Económico de Pedido se obtuvo un costo total de S/. 166,994.90 Además, se impartirán capacitaciones por el período de 3 meses al área de logística en base al tema de lote económico y el funcionamiento del procedimiento de gestión de inventarios, lo cual incurrirá en un costo total de S/. 6,178.00 A continuación, en la Tabla 104 se muestra el Flujo de Caja de la implementación de la propuesta, ver Tabla 105.

Para efectos de evaluación de escenarios se considera el % de ingresos por ventas y % de recuperación de pérdidas/penalidades, ver Tabla 111.

Tabla 111. Porcentaje de escenarios.

Factor	ESPERADO	PESIMISTA	OPTMISTA
Nivel de %	9%	-42%	13%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, presenta las diferentes situaciones que podría presentar la empresa bajo las suposiciones de crecimiento o decrecimiento en los ingresos anuales. Este análisis permite visualizar la entrada y salida de dinero en cada escenario, para este estudio se evaluó y analizó hasta el año que la empresa va a recuperar el monto de inversión para la mejora de inventario en los diferentes escenarios, ver Tabla 112.

Tabla 112. Escenarios de evaluación.

ESCENARIOS	ESPERADO		PESIMISTA			OPTMISTA	
	Año 0	Año 1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 0	Año 1
Ingresos		S/3,758,289.00		S/2,015,966.00	S/2,345,095.00		S/3,896,149.00
Costos variables		S/846,978.00		S/985,632.00	S/975,618.00		S/74,596.00
Costos Fijos		S/812,743.00		S/756,743.00	S/756,743.00		S/745,963.00
Beneficios antes de impuesto		S/2,098,568.00		S/273,591.00	S/612,734.00		S/4,716,708.00
Impuesto (29%)		-S/619,077.56		-S/80,709.35	-S/180,756.53		-S/1,391,428.86
Beneficio neto		S/1,479,490.44		S/192,881.66	S/431,977.47		S/3,325,279.14
Flujo de caja		S/1,479,490.44		S/192,881.66	S/431,977.47		S/3,325,279.14
Costo de la Inversión	-S/205,571.00		-S/205,571.00			-S/205,571.00	
VAN	S/1,035,836.64		S/297,074.67			S/2,561,281.85	
Tasa	10%		10%			10%	

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Tras obtener los costos fijos y variables, se pudo determinar el beneficio económico de la propuesta, tal y como se muestra en la siguiente Tabla 113:

Tabla 113. Costo- Beneficio

Análisis	Actual	Con Mejora
Beneficio	Incremento neto utilidad	Incremento neto utilidad más ahorro
Valor en soles	S/128,963.00	S/279,318.00
Costo	Inversión	Inversión
Valor en soles	S/205,571.00	S/205,571.00
Costo - Beneficio	0.63	1.36

Fuente: Elaboración propia – La empresa.

Después de la mejora el costo beneficio indica que por cada sol invertido se recuperarán S/. 0.36, se elaboró un cuadro resumen de la validación financiera del proyecto obteniendo los siguientes resultados, ver Tabla 114.

Tabla 114. Evaluación financiera

TEA	10%
Costo- Beneficio	1.36
VAN	S/ 1,035,837.00
PRD	6 meses

El resultado del VAN es positivo, lo cual indica que el proyecto es rentable y se espera recuperar el dinero invertido en la propuesta de mejora planteada. De esta misma manera, se calculó el periodo de recuperación descontado PRD para el proyecto dividiendo el beneficio obtenido entre el costo de inversión, siendo el resultado de un aproximado de 6 meses.

4.3 Evaluación de otros impactos

Presentado el flujo financiero del proyecto y validando que es rentable la propuesta de mejora para la empresa, se procede a realizar un análisis detallado del impacto que generará el proyecto ante los principales interesados o stakeholders. Cabe resaltar que el análisis de impactos será soportado por la matriz Leopoldo enfocado a los impactos de una empresa metalmecánica. Los stakeholders son personas u organizaciones que, producto de las decisiones y objetivos de una empresa se pueden ver afectados, ya sea de forma positiva o negativa. En el presente proyecto se han identificado los siguientes interesados

El análisis del impacto que las propuestas tienen en los distintos stakeholders, se empleará una matriz con el método Leopold. Este método nos permitirá obtener información cualitativa mediante una matriz bidimensional que confronta las propuestas de mejora y diferentes factores elegidos para cada stakeholder como se muestra en la Impactos positivos.

Así mismo, esta matriz nos permite evaluar en cada interacción dos dimensiones: magnitud e importancia.

- **Magnitud:** Esta dimensión nos permite valorar el grado del impacto o de la alteración potencial que puede ser provocada.
- **Importancia:** Permite valorar el nivel de significancia del potencial impacto, es decir, en qué medida es importante el impacto para cada interacción.

Se ha visto conveniente utilizar las siguientes escalas para cada dimensión ver Tabla 115

Tabla 115. Criterios positivos.

MAGNITUD				IMPORTANCIA	
Intensidad	Afectación	Calificación		Intensidad	Calificación
Baja	Baja	+1		Insignificante	+1
Baja	Media	+2		Baja	+2
Baja	Alta	+3		Menor	+3
Media	Baja	+4		Moderada	+4
Media	Media	+5		Intermedia	+5
Media	Alta	+6		Sobresaliente	+6
Alta	Baja	+7		Alta	+7
Alta	Media	+8		De amplio alcance	+8
Alta	Alta	+9		Espectacular	+9
Muy alta	Alta	+10		Extraordinaria	+10

Fuente: Elaboración propia.

Para poder explicar cuáles son los impactos que se ocasiona en los principales stakeholders, se procederá a evaluar cada factor que conforma el modelo.

Empresa

- **Costos:** Este factor es uno de los más resaltantes, ya que las propuestas están enfocadas a la reducción de costos detallados en el capítulo 2.

- **Reputación:** Este factor es resaltante, ya que es la percepción de los clientes sobre la atención brindada por la empresa y el nivel de posición que pueda tener en el mercado de las aceitunas.
- **Ventas:** Este factor se considera las futuras facturaciones que pueda tener alineado con las entregas a tiempo y la reducción de quiebres de stock.

Empleados

- **Clima laboral:** Impacto que tendrá en el día a día con la manera de trabajar de los trabajadores de almacenes y abastecimiento.
- **Cultural:** Se evalúa el cambio en la cultura organizacional de la empresa y el impacto a los trabajadores.
- **Profesional:** A la línea de carrera que pueden tener los trabajadores, tratando de obtener beneficios directos para la empresa.

Clientes

- **Nivel de servicio:** Las propuestas están alineadas a ofrecer un alto nivel de servicio y medir la manera de como impacto en los clientes actuales
- **Oportunidad de negocio:** Este factor está relacionado a lo que la empresa puede ofrecer a sus futuros clientes, relacionado a capacidad de respuesta.

Proveedores

- **Negociación:** Las propuestas están relacionadas a la construcción de socios estratégicos en el abastecimiento y la oportunidad que nos puedan ofrecer
- **Nivel de cumplimiento:** Factor importante en el problema, se relaciona al impacto que brinda respecto a la operación de la empresa.

Área de fabricación

- **Costos:** Este factor es uno de los más resaltantes, ya que las propuestas están enfocadas a la reducción de costos detallados en el capítulo 2.
- **Profesional:** A la línea de carrera que pueden tener los trabajadores, tratando de obtener beneficios directos para la empresa.

- **Nivel de cumplimiento:** Factor importante en el problema, se relaciona al impacto que brinda respecto a la operación de la empresa

Área de servicio técnico

- **Costos:** Este factor es uno de los más resaltantes, ya que las propuestas están enfocadas a la reducción de costos detallados en el capítulo 2.
- **Profesional:** A la línea de carrera que pueden tener los trabajadores, tratando de obtener beneficios directos para la empresa.
- **Nivel de cumplimiento:** Factor importante en el problema, se relaciona al impacto que brinda respecto a la operación de la empresa

En la presente matriz, se podrán observar y analizar a los interesados que han sido mencionados, creando cruces que han sido determinados por valores numéricos para cada uno, los cuales representan el impacto y la importancia en cada sub-aspecto. Esta calificación se realizó de manera conjunta con todo el grupo de investigación presente. Los valores y análisis que se colocaron se muestran a continuación, ver Tabla 116.

Tabla 116. Matriz de Impacto de las propuestas de mejora

stakeholders	FACTORES / ACCIONES	Clasificación ABC de los materiales	Aplicación de métodos de Pronóstico	Stock de seguridad	Lote económico	Procedimiento de gestión de inventarios	Total
Empresa	Ventas	2 / 3	9 / 6	1 / 3	5 / 3	3 / 3	20 / 18
	Costos	6 / 6	3 / 2	7 / 7	9 / 8	2 / 7	27 / 30
	Reputación	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	3 / 5	11 / 13
Clientes	Nivel de servicio	7 / 7	7 / 5	9 / 8	9 / 9	7 / 4	39 / 33
	Percepción	4 / 3	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	16 / 11
Empleados	Clima Laboral	6 / 5	3 / 3	3 / 4	4 / 3	6 / 5	22 / 20
	Profesional	7 / 7	7 / 8	7 / 7	8 / 7	7 / 6	36 / 35
	Cultural	7 / 8	7 / 7	7 / 8	7 / 7	8 / 7	36 / 37
Proveedores	Negociación	10 / 10	8 / 8	6 / 6	10 / 10	6 / 5	40 / 39
	Nivel de Cumplimiento	9 / 10	6 / 6	7 / 7	10 / 10	7 / 6	39 / 41
Área de Fabricación	Económico	9 / 9	7 / 6	8 / 9	10 / 10	3 / 2	37 / 36
	Profesional	7 / 8	5 / 5	7 / 6	7 / 6	6 / 6	32 / 31
	Nivel de Cumplimiento	9 / 10	6 / 5	8 / 7	8 / 7	7 / 6	38 / 35
Área de Servicio Técnico.	Económico	9 / 9	7 / 6	8 / 9	8 / 9	3 / 2	37 / 36
	Profesional	7 / 8	5 / 5	7 / 6	7 / 6	6 / 6	32 / 31
	Nivel de Cumplimiento	9 / 10	6 / 5	8 / 7	8 / 7	7 / 6	38 / 35
Total							500 / 481

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de la propuesta de mejora según los resultados de la matriz sería muy beneficiaria no solo la empresa sino también los clientes, debido que tendrá los pedidos que ellos realizan a tiempo.

4.4 Evaluación de Riesgos.

Los riesgos están en todas partes, es fácil percibir y admitir su existencia las múltiples aplicaciones de la gestión de riesgo son importantes para mitigarlos, de dónde pueden ocurrir, no importa de qué sector sea su empresa.

La evaluación de riesgo es probablemente el paso más importante en un proceso de gestión de riesgos, y también el paso más difícil y con mayor posibilidad de cometer errores. Una vez que los riesgos han sido identificados y evaluados, los pasos subsiguientes para prevenir que ellos ocurran, protegerse contra ellos o mitigar sus consecuencias. Identificación de riesgos inicialmente se enfoca en detectar cuáles son las fuentes principales de riesgo, ver Tabla 117.

Tabla 117 Riesgos de la empresa.

Riesgo	Código de identificación
Disminución de la participación en el mercado debido a la inversión de los competidores.	A 1
Rotación de los operarios en el área Mesabi	A 2
Pérdida de la orden de compra del cliente al no llegar aún acuerdo por el servicio.	A 3
Falta del mantenimiento a los activos debido a la falta de apoyo financiero.	A 4
Disminución de clientes.	A 5
Aumento del índice de insatisfacción del cliente	A 6

Requerimientos de los insumos incompletos	A 7
Pérdida de la calidad del radiador.	A 8
Atraso de entregas de los productos.	A 9
Disminución de clientes por falta de la aceptación del pedido.	A 10
Error en pronósticos.	A 11
Desabastecimiento por falta de comunicación con los proveedores.	A 12

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de probabilidad – impacto es una herramienta de análisis cualitativo de riesgos que nos permite establecer prioridades en cuanto a los posibles riesgos de un proyecto en función tanto de la probabilidad de que ocurran como de las repercusiones que podrían tener sobre nuestro proyecto en caso de que ocurrieran.

En el próximo paso se procede a ordenar los eventos según una estimación cualitativa de la probabilidad de ocurrencia. Para ello es útil ordenarlos en grupos, por ejemplo, se toman 5 categorías, ver Tabla 118.

Tabla 118 Probabilidad de ocurrencia del riesgo.

Nivel	Rango	Descripción del Nivel de Probabilidad
A	MUY BAJO	Probabilidad que se presente el riesgo, ha sucedido o se espera que suceda alguna vez en un periodo de 10 años
B	BAJO	Probabilidad que se presente el riesgo, ha sucedido o se espera que suceda alguna vez en un periodo de 5 años
C	MEDIO	Probabilidad que se presente el riesgo, ha sucedido o se espera que suceda alguna vez en un periodo de 1 año
D	ALTO	Probabilidad que se presente el riesgo, ha sucedido o se espera que suceda alguna vez en un periodo de seis meses
E	MUY ALTO	Probabilidad que se presente el riesgo, ha sucedido o se espera que suceda en forma reiterada (varias veces al año)

Después se elabora la probabilidad de ocurrencia de un evento que tenga consecuencias financieras negativas para la empresa, ver Tabla 119.

Tabla 119 Impacto económico por riesgo.

IMPACTO por Variable Cualitativa			
Nivel	Rango	Económico	Imagen de la Empresa
1	Muy Leve	Una pérdida económica < S/ 50,000	El impacto del riesgo afecta a nivel interno (colaboradores)
2	Leve	Una pérdida económica < S/ 100,000	El impacto del riesgo afecta a nivel interno (colaboradores)
3	Moderado	Una pérdida económica $\geq$ S/ 100,000 ^ < S/ 500,000	El impacto del riesgo afecta a nivel Proveedores
4	Crítico	Una pérdida económica $\geq$ S/ 500,000 ^ < S/ 1000,000	El impacto del riesgo afecta a nivel clientes
5	Muy Crítico	Una pérdida económica $\geq$ S/ 1000,000	El impacto del riesgo afecta a la Sociedad

Finalmente, existen muchas clases de riesgos los cuales son originados desde el ámbito externo de las compañías los cuales en su momento se debe estar en capacidad de enfrentar y dar la mejor solución para que las empresas no se lleguen a ver tan afectadas por dichas amenazas se relaciona los riesgos para cada stakeholders, ver Tabla 120.

Tabla 120 Principales afectados.

	CONCEPTO	CÓDIGO
Empresa	Incrementar la rentabilidad de la empresa	E 1
	Incremento de clientes	E 2
	Reducción de los costos por reclamo	E 3
Cliente y proveedores	Imagen de la empresa	C 1
	Fidelización del cliente	C 2
	Atención al cliente	C 3
	Posicionamiento de mercado	C 4
	Relación de clientes y proveedores	C 5
	Tiempo de Mantenimiento	O 1

Área operativa	Optimizar costo de Mantenimiento	O 2
	Área de implementación y desarrollo	O 3
	Eficiencia de los operarios	O 4
	Índice de calidad de los radiadores	O 5
Trabajadores	Programa de incentivos por objetivos	T 1
	Capacitación a los operarios	T 2
	Clima laboral dentro de la empresa	T 3
	Máquinas para el Mantenimiento	T 4

Fuente: Elaboración Propia.

Pero no solo es esto. También es necesario evaluar los riesgos, determinando la importancia y el impacto de cada uno de ellos, de forma que se pueda definir cuáles son tolerables, cuáles son más importantes y cuáles pueden ser eliminados. Es importante entender que el objetivo de mitigación de riesgos es reducir la exposición al riesgo con la intención de llevarlo a los límites de los umbrales aceptables dentro organización.

Después de realizar las tablas mostradas con anterioridad se procede a realizar las acciones a corregir y proponer un plan de acción para cada riesgo, ver Tabla 121.

Tabla 121 Riesgos y acciones mitigantes.

Concepto	E 1	E 2	E 3	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	O 1	O 2	O 3	O 4	O 5	T 1	T 2	T 3	T 4	Probabilidad	Impacto		VF	Acciones Mitigantes
																			Económico	Imagen		
A 1	X	X	X				X											B	3	2	3	Creación de alianzas con empresas del mismo rubro, para establecer precios en el mercado nacional.
A 2	X		X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	C	2	2	2	Establecer tiempos definidos por áreas, buscando que la rotación sea el mínimo, no se podrá mover al personal sino cumple como mínimo 6 meses.
A 3	X	X	X	X		X		X										C	1	1	1	Establecer acuerdos económicos con el cliente, si el cliente no está de acuerdo con el precio del servicio. Ofrecer descuentos, promociones, etc.
A 4	X	X	X										X				X	C	2	2	2	Designar cierta cantidad de los ingresos para el mantenimiento de los equipos, para aumentar el tiempo de vida de los activos.
A 5	X	X	X	X	X	X		X									X	D	2	1	2	Tener un apropiado manejo de relaciones con el cliente, brindándole ofertas atractivas
A 6	X	X	X			X		X					X				X	B	2	4	4	Realizar controles al finalizar el mantenimiento del radiador MESABI, verificar que cumpla las especificaciones del cliente.
A 7	X		X	X	X	X		X		X			X			X		D	3	4	4	Coordinación con logística para establecer los tiempos de pedido y que los insumos lleguen a tiempo.
A 8	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X	C	2	4	4	Determinar fechas para los productos finales y el plazo de producción
A 9	X	X	X	X	X	X	X	X					X		X	X		D	2	4	4	Gestionar la propuesta de mejora para minimizar el atraso de entregas del producto.
A 10	X	X		X			X				X		X	X	X		X	C	2	2	2	Implementar un área de estudio de mercado que brinde información que requiera la empresa
A 11	X	X	X			X	X	X		X	X	X				X		C	2	3	3	Pronosticar la demanda del mantenimiento de los radiadores en los próximos meses .
A 12	X	X	X		X	X		X	X			X	X			X		D	3	4	4	Crear alianzas estratégicas con los proveedores, ofrecer puntualidad y calidad

Fuente: Elaboración Propia.

Las mitigaciones propuestas tienen el objetivo de reducir la probabilidad de que un riesgo se materialice. La contingencia tiene el objetivo de reducir el impacto de un riesgo si se materializa. Normalmente se aplican acciones de mitigación y contingencia para riesgos con resultado alto o mediano. Usted hasta puede querer mitigar riesgos bajos, pero con certeza dará prioridad para los otros.

Para implementar un modelo de Gestión de Riesgos es fundamental tener conocimiento avanzado de los procesos (tanto formales como informales) que están llevándose a cabo en la organización, así como estar familiarizado con la cultura de la empresa y su estructura organizacional, y así considerar cualquier tipo de riesgo que pudiera impactar a los proyectos. Así mismo, dentro de la propuesta de mejora se proponen acciones mitigantes para el entorno que puede ser el detonante de un riesgo que pueda tirar todo el esfuerzo de un proyecto, por lo que es necesario conocer lo más pronto posible el entorno que rodea a dicho proyecto y así poder crear estrategias que permitan gestionar adecuadamente los riesgos.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones

- Se demostró con las técnicas de análisis de causa, que el factor principal del problema planteado dentro del proyecto es la falta de materiales dentro del almacén, el tiempo de espera para recibir los materiales para el área de fabricación es de 10 días y para el área de servicio técnico es de 12 días.
- Al realizar la propuesta de gestión de inventarios, se utilizó las metodologías de lote optimo, ABC multicriterio y stock de seguridad para reducir el 60% de las rupturas de stock dentro del almacén.
- La empresa komatsu Mitsui porta más del 50% de los ingresos anuales, para ambas unidades de negocio de la empresa metalmecánica, el retiro de este cliente podría generar el quiebre de la empresa.
- Dentro de las dos unidades de negocio de la empresa metalmecánica la mano de obra especializada es una de sus principales fortalezas debido que solo 5% de todos los componentes recibidos han presentado falla después de la entrega durante el año 2018, generando la confiabilidad del cliente al enviar sus intercambiadores de calor.

- Los procesos como recepción y el control del almacenamiento de los materiales, no estaban documentados y establecidos dentro de la empresa. En la presente tesis, se elaboró flujogramas, indicadores, formatos y procedimientos para su control e implementación.
- El uso del método ABC multicriterio para la clasificación de inventarios dentro del almacén permitió identificar los materiales son de mayor importancia para ambas unidades de negocio, generando orden y disponibilidad al momento de su entrega hacia el área operativa.
- Realizando el cálculo del lote óptimo permitió saber el punto de pedido para el abastecimiento de materiales y realizar los cálculos de stock de seguridad, reduciendo las rupturas de stock.
- Se concluyó que el uso de métodos de pronósticos cuantitativos es más asertivo que los usados por la empresa. Todos sus métodos de pronósticos son cualitativos, apoyándose en la experiencia de su personal.
- El beneficio que se obtendrá al implementar la política de inventario no solamente será económico. Asimismo, mejorará la relación con los proveedores ya que no se realizarán pedidos urgentes, sino que se tendrá un programa proyectado para la realización de compras con lo cual se podrá reducir la incertidumbre de estos tiempos de aprovisionamiento.
- Se validó mediante la simulación que los cambios a realizar en el proceso actual, los tiempos de proceso de pedidos de fabricación y de servicio técnico, reduciendo de 23 a 6 días para los casos de fabricación y de 29 a 11 días aproximadamente en los casos de servicio técnico. Esto conlleva a evitar costos de penalidad y a su vez aumentar la satisfacción del cliente incrementando su fidelidad con la empresa.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda una constante capacitación en la empresa, ya que de esa forma se podrá realizar la mejora continua de los procesos dentro de la organización.
- Se recomienda definir de manera clara los roles del personal dentro del área de logística para mantener el orden en las funciones.

- Se encargado del área de logística debe realizar un control de sus almacenes no sólo de materiales sino de productos terminados respecto a la cantidad de inventarios que maneja. Además, se debe mantener las relaciones de sociedad con los proveedores de materiales, ya que de ellos depende la confiabilidad y el cumplimiento de la entrega del producto terminado.
- Se recomienda poner en práctica los procedimientos indicados, sin descuidar la mejora continua del día a día esto otorgara beneficios a la empresa.
- Se debe establecer indicadores de gestión propuestos en las distintas áreas de logística el cual permita evaluar y medir el desempeño de las funciones de esta, y permitir de esta manera encontrar oportunidades de mejora para solucionarlas e ir mejorando constantemente.
- Se debe considerar para el futuro utilizar un software de manejo de data; ya que la empresa está creciendo a nivel de productos, quedando el Excel como una herramienta básica. Actualmente, los reportes y análisis se realizan en Excel y se ha observado que es muy lento cuando se tiende analizar mucha información.

6. REFERENCIAS

- Aguilar Santamaría, P. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *pensamiento & gestión*, 142-164.
- Ali, M., Babai, M., Boylan, J., & Syntetos, A. (2016). Supply chain forecasting when information is not shared. *European Journal of Operational Research*, 1-32.
- Álvarez Rodríguez, D. A., Normey Rico, J. E., & Costa Flesch, R. C. (2017). Model predictive control for inventory management in biomass manufacturing supply chains. *International Journal of Production Research*, 3597-3608.
- Arango Serna, M. D., Adarme Jaimes, W., & Zapata Cortes, J. A. (2013). Inventarios colaborativos en la optimización de la cadena de suministro. *Dyna*, 71-80.
- Arrieta Posada, J. G. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, cedis). *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 83-96.
- Aydinliyim, T., Pangburn, M., & Rabinovich, E. (2017). Inventory Disclosure in Online Retailing. *European Journal of Operational Research*, 1-30.
- Cano Olivos, P. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 181-203.
- Castro Zuluaga, C., Vélez Gallego, M., & Castro Urrego, J. (2016). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. *ITECKNE*, 163 - 170.
- Contreras Juárez, A., Atziry Zuñiga, C., Martínez Flores, J., & Sánchez Partida, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios Gerenciales*, 387-396.
- Correa Espinal , A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC) . *Estudios Gerenciales*, 145-171.
- d'Emprese, D. d. (2006). Estado del arte de la Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministro: Contexto Determinista e Incierto. *Escola Politècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona*, 1-21.

- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 55-78.
- Errasti , A., Chackelson , C., & Poler, R. (2012). Definición de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios: estudio de caso. *Dirección y Organización*, 2171-6323 .
- Grace Hua, N., & P. Willems, S. (2015). Analytical Insights into Two-Stage Serial Line Supply Chain Safety Stock. *Intern. Journal of Production Economics*, 1-19.
- Guevara, P., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Universidad EAFIT*.
- Herrera Vidal , G., & Marrugo Cermeño, H. (2017). Modelo de planificación para la cadena de aprovisionamiento en una empresa del sector plástico. *Espacios*, 1-14.
- Heydari, J., Mahmoodi, M., & Taleizadeh, A. (2016). Lead time aggregation: A three-echelon supply chain model. *Transportation Research Part E*, 215–233.
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortésb, C. B., & Guarneros García, O. (2016). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario. *Contaduría y Administración*, 499–513.
- K. Zahran, S., Y. Jaber, M., & Zanoni, S. (2016). Comparing different coordination scenarios in a three-level supply chain system. *International Journal of Production Research*, 1-21.
- Korponai, J., Bányainé Tóth, Á., & Illés, B. (2017). Effect of the Safety Stock on the Probability of Occurrence of the Stock Shortage. *Procedia Engineering*, 335-341.
- Lemus Romero, J. D., & Forero Gil, J. S. (s.f.). Diseño del sistema de inventarios, para la buena administración de la empresa comercializadora, exostos, frenos y radiadores. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Lopes Martínez, I., & Gómez Acosta, M. I. (2013). Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas. *Research Journal of Pharmacology*.
- Mallar, M. (2010). La gestión por procesos: Un enfoque de gestión eficiente. *Visión de Futuro*, 1-23.
- Mantilla Celis, O. L., & Sánchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *estudios gerenciales*, 23-43.
- Mori, M., Kobayashi, R., Samejima, M., & Komoda, N. (2017). Risk-Cost Optimization for Procurement Planning in Multi-tier Supply Chain by Pareto Local Search with Relaxed Acceptance Criterion. *European Journal of Operational Research*, 1-8.

- Pérez , R., Andrés Mosquera, S., & Bravo, J. (2012). Aplicación de modelos de pronóstico en productos de consumo masivo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 117 - 125.
- Pérez Vergara, I., Cifuentes Laguna, A. M., Vásquez García, C., & Marcela Ocampo, D. (2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *Research Journal of Pharmacology*.
- Aguilar Santamaría, P. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *pensamiento & gestión*, 142-164.
- Ali, M., Babai, M., Boylan, J., & Syntetos, A. (2016). Supply chain forecasting when information is not shared. *European Journal of Operational Research*, 1-32.
- Álvarez Rodríguez, D. A., Normey Rico, J. E., & Costa Flesch, R. C. (2017). Model predictive control for inventory management in biomass manufacturing supply chains. *International Journal of Production Research*, 3597-3608.
- Arango Serna, M. D., Adarme Jaimes, W., & Zapata Cortes, J. A. (2013). Inventarios colaborativos en la optimización de la cadena de suministro. *Dyna*, 71-80.
- Arrieta Posada, J. G. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, cedis). *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 83-96.
- Aydinliyim, T., Pangburn, M., & Rabinovich, E. (2017). Inventory Disclosure in Online Retailing. *European Journal of Operational Research*, 1-30.
- Cano Olivos, P. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 181-203.
- Castro Zuluaga, C., Vélez Gallego, M., & Castro Urrego, J. (2016). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. *ITECKNE*, 163 - 170.
- Contreras Juárez, A., Atziry Zuñiga, C., Martínez Flores, J., & Sánchez Partida, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios Gerenciales*, 387-396.
- Correa Espinal , A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC) . *Estudios Gerenciales*, 145-171.

- d'Emprese, D. d. (2006). Estado del arte de la Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministro: Contexto Determinista e Incierto. *Escola Politècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona*, 1-21.
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 55-78.
- Errasti , A., Chackelson , C., & Poler, R. (2012). Definición de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios: estudio de caso. *Dirección y Organización*, 2171-6323 .
- Grace Hua, N., & P. Willems, S. (2015). Analytical Insights into Two-Stage Serial Line Supply Chain Safety Stock. *Intern. Journal of Production Economics*, 1-19.
- Guevara, P., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Universidad EAFIT*.
- Herrera Vidal , G., & Marrugo Cermeño, H. (2017). Modelo de planificación para la cadena de aprovisionamiento en una empresa del sector plástico. *Espacios*, 1-14.
- Heydari, J., Mahmoodi, M., & Taleizadeh, A. (2016). Lead time aggregation: A three-echelon supply chain model. *Transportation Research Part E*, 215–233.
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortésb, C. B., & Guarneros García, O. (2016). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario. *Contaduría y Administración*, 499–513.
- K. Zahran, S., Y. Jaber, M., & Zanoni, S. (2016). Comparing different coordination scenarios in a three-level supply chain system. *International Journal of Production Research*, 1-21.
- Korponai, J., Bányainé Tóth, Á., & Illés, B. (2017). Effect of the Safety Stock on the Probability of Occurrence of the Stock Shortage. *Procedia Engineering*, 335-341.
- Lemus Romero, J. D., & Forero Gil, J. S. (s.f.). Diseño del sistema de inventarios, para la buena administración de la empresa comercializadora, exostos, frenos y radiadores. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Lopes Martínez, I., & Gómez Acosta, M. I. (2013). Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas. *Research Journal of Pharmacology*.
- Mallar, M. (2010). La gestión por procesos: Un enfoque de gestión eficiente. *Visión de Futuro*, 1-23.
- Mantilla Celis, O. L., & Sánchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *estudios gerenciales*, 23-43.

- Mori, M., Kobayashi, R., Samejima, M., & Komoda, N. (2017). Risk-Cost Optimization for Procurement Planning in Multi-tier Supply Chain by Pareto Local Search with Relaxed Acceptance Criterion. *European Journal of Operational Research*, 1-8.
- Pérez , R., Andrés Mosquera, S., & Bravo, J. (2012). Aplicación de modelos de pronóstico en productos de consumo masivo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 117 - 125.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. D. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Universidad EAFIT*, 9-21.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. D. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica. *Universidad EAFIT*, 9-21.
- Ponce Cabrera, M. (2014). Impacto de los indicadores de control de inventarios en la cadena de suministro. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1-13.
- Prajogo, D., Toy, J., Bhattacharya, A., Oke , A., & Cheng, T. (2018). The relationships between information management, process management and operational performance: Internal and external contexts. *International Journal of Production Economics*, 95–103.
- Qiu, R., Sun, M., & Fong Lim, Y. (2017). Optimizing (s, S) Policies for Multi-period Inventory Models with Demand Distribution Uncertainty: Robust Dynamic Programming Approaches. *European Journal of Operational Research*, 880-892.
- Rezaei, J. (2016). Economic order quantity and sampling inspection plans for imperfect. *Computers and Industrial Engineering*, 1-7.
- Rodríguez Cortés, A. (2014). MODELO DE PLANEACIÓN DE MANO DE OBRA Y MATERIALES CON DEMANDA VARIABLE DE ENVASES FARMACÉUTICOS Y COSMÉTICOS PLÁSTICOS. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Torkul, O., Yilmaz, R., Selvi, I., & Cesur, M. (2016). A real-time inventory model to manage variance of demand for decreasing inventory . *Computers & Industrial Engineering*, 1-14.
- Torres Navarro , C., & Córdova Neira , J. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración* , 20-30.
- Torres Navarro , C., & Córdova Neira , J. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración* , 20-30.

- Valencia, J., Lambán, M., & Royo, J. (2014). Desarrollo de un modelo para determinar el lote óptimo de producción mediante programación no lineal y propuesta de su resolución con una hoja de cálculo . *Revista Facultad de Ingenieria*, 134-144.
- Yang, L., Li, H., Campbell, J., & C. Sweeney, D. (2017). Integrated Multi-Period Dynamic Inventory Classification and Control. *Intern. Journal of Production Economics*.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. D. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Universidad EAFIT*, 9-21.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G., & Arango Serna, M. D. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica. *Universidad EAFIT*, 9-21.
- Ponce Cabrera, M. (2014). Impacto de los indicadores de control de inventarios en la cadena de suministro. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1-13.
- Prajogo, D., Toy, J., Bhattacharya, A., Oke , A., & Cheng, T. (2018). The relationships between information management, process management and operational performance: Internal and external contexts. *International Journal of Production Economics*, 95–103.
- Qiu, R., Sun, M., & Fong Lim, Y. (2017). Optimizing (s, S) Policies for Multi-period Inventory Models with Demand Distribution Uncertainty: Robust Dynamic Programming Approaches. *European Journal of Operational Research*, 880-892.
- Rezaei, J. (2016). Economic order quantity and sampling inspection plans for imperfect. *Computers and Industrial Engineering*, 1-7.
- Rodríguez Cortés, A. (2014). MODELO DE PLANEACIÓN DE MANO DE OBRA Y MATERIALES CON DEMANDA VARIABLE DE ENVASES FARMACÉUTICOS Y COSMÉTICOS PLÁSTICOS. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Torkul, O., Yılmaz, R., Selvi, I., & Cesur, M. (2016). A real-time inventory model to manage variance of demand for decreasing inventory . *Computers & Industrial Engineering*, 1-14.
- Torres Navarro , C., & Córdova Neira , J. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración* , 20-30.
- Torres Navarro , C., & Córdova Neira , J. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración* , 20-30.

- Valencia, J., Lambán, M., & Royo, J. (2014). Desarrollo de un modelo para determinar el lote óptimo de producción mediante programación no lineal y propuesta de su resolución con una hoja de cálculo . *Revista Facultad de Ingenieria*, 134-144.
- Yang, L., Li, H., Campbell, J., & C. Sweeney, D. (2017). Integrated Multi-Period Dynamic Inventory Classification and Control. *Intern. Journal of Production Economics*.

7. ANEXOS

Anexo 1. Detalle de cálculo de costo de horas de personal para llevar a cabo la implementación

	Cargo	Sueldo	Costo Laboral	Total Costo Personal	Costo Día	Costo Hora
*	Jefe de Logística	S/.4,500.00	50%	S/.6,750.00	S/.225.00	S/. 28.13
*	Asistente	S/.2,500.00	50%	S/.3,750.00	S/.125.00	S/. 15.63
*	Jefe de Ingeniería	S/.4,500.00	50%	S/.6,750.00	S/.225.00	S/. 28.13
*	Jefe de Mantenimiento	S/.4,500.00	50%	S/.6,750.00	S/.225.00	S/. 28.13
*	Jefe de Planta	S/.5,500.00	50%	S/.8,250.00	S/.275.00	S/. 34.38
	Encargado de Producción	S/.2,500.00	50%	S/.3,750.00	S/.125.00	S/. 15.63

Leyenda: * Equipo técnico

Fuente: La empresa.

Anexo 2. Formato de capacitación.

REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA					
DATOS DEL EMPLEADOR:					
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)	ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
MARCAR (X)					
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO		SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA:					
FECHA:					
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR	FIRMA DEL CAPACITADOR : _____				
N° HORAS					
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
RESPONSABLE DEL REGISTRO					
Nombre:					
Cargo:					
Fecha:					
Firma					