

Universidad Técnica Nacional

Sede Central

Escuela de Ingeniería Electromecánica

**Trabajo Final de Investigación para Optar
por el Grado de Licenciatura en Ingeniería
Electromecánica**

**“Metodología de Mejora de los Indicadores
para el Área de Inventarios en las Empresas
Transportes Internacionales Tical y MHE
Costa Rica, a Través del Modelado de un
sistema de gestión de Activos basado en las
Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e
INTE/ISO 55002”**

Nombre de estudiante

Mario Emanuel Vásquez Araya

Alajuela – Año 2022

**Universidad Técnica Nacional
Sede Central**

Acta de Aprobación 01-2023

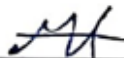
En la ciudad de Alajuela, a los 18 días del mes de enero del año 2023 el Tribunal evaluador conformado por las personas: Ing. Marvin Segura Trejos, Ing. Limber Mora Vega, Lic. Jimmy Gutiérrez Rodríguez e Ing. Erick Vindas Arguedas, proceden a evaluar la presentación del proyecto de graduación para optar por el grado de **Licenciado en Ingeniería Electromecánica** del estudiante **Mario Emanuel Vásquez Araya**, identificación **207630941**, titulado **“Metodología de Mejora de los Indicadores para el Área de Inventarios en las Empresas Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a Través del Modelado de un sistema de gestión de Activos basado en las Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002”**, modalidad proyecto de graduación.

El Tribunal Evaluador apegado a las regulaciones y requisitos establecidos en el Reglamento de Trabajos Finales de Graduación de la Universidad Técnica Nacional, realizó la revisión del proyecto del estudiante otorgando una calificación de **9.3**, dando como resultado **APROBADO**.



Ing. Marvin Segura Trejos

Director Licenciatura en Ingeniería Electromecánica y Lector


Ing. Limber Mora Vega (Tutor)
Mario Emanuel Vásquez Araya (Estudiante)

Participación de Forma Remota

Ing. Erick Vindas Arguedas (Sector Industrial)

Participación de Forma Remota

Lic. Jimmy Gutiérrez Rodríguez (Lector)

**UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Fecha: 13/12/2022

Señores miembros de la Comisión de Trabajo Final de Graduación

Estimados señores:


He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado:

“Metodología de Mejora de los Indicadores para el Área de Inventarios en las Empresas Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a Través del Modelado de un Sistema de Gestión de Activos Basado en las Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002” elaborado por el estudiante: **Mario Emanuel Vásquez Araya**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico de **Licenciado en Ingeniería Electromecánica**.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,

LIMBER
MORA VEGA
(FIRMA)



Digitally signed by
LIMBER MORA VEGA
(FIRMA)
Date: 2022.12.13
19:05:33 -06'00'

Ing. Limber Mora Vega

**UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR INTERNO
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Fecha: 13/01/2023

Señores miembros de la Comisión de Trabajo Final de Graduación

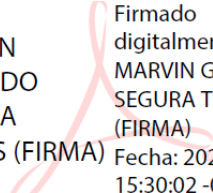
Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado:

“Metodología de Mejora de los Indicadores para el Área de Inventarios en las Empresas Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a Través del Modelado de un Sistema de Gestión de Activos Basado en las Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002” elaborado por el estudiante: **Mario Emanuel Vásquez Araya**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico de **Licenciado en Ingeniería Electromecánica**.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,

MARVIN
GERARDO
SEGURA
TREJOS (FIRMA)  Firmado digitalmente por MARVIN GERARDO SEGURA TREJOS (FIRMA) Fecha: 2023.01.13 15:30:02 -06'00'

Ing. Marvin Segura Trejos

**UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR EXTERNO
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Fecha: 15/11/2022

Señores miembros de la Comisión de Trabajo Final de Graduación

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado:

“Metodología de Mejora de los Indicadores para el Área de Inventarios en las Empresas Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a Través del Modelado de un Sistema de Gestión de Activos Basado en las Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002” elaborado por el estudiante: **Mario Emanuel Vásquez Araya**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico de **Licenciado en Ingeniería Electromecánica**.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,

**Jimmy Gutiérrez Rodríguez
Gestor de Inventarios y Compras
Transportes Internacionales Tical**



CARTA DE APROBACIÓN DE LA FILÓLOGA

San José, 22 de Diciembre del 2022

Señores

Escuela de Ingeniería Electromecánica

Universidad Técnica Nacional

Sede Central

Estimados señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Investigación denominado **“Metodología de Mejora de los Indicadores para el Área de Inventarios en las Empresas Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a Través del Modelado de un sistema de gestión de Activos basado en las Normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002”**, documento presentado por el estudiante **Mario Emanuel Vásquez Araya**, cédula de identidad número 207630941, para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería Electromecánica**.

Corregí el trabajo en aspectos tales como concordancia y construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros aspectos relacionados con el campo filológico, y desde mi punto de vista considero que este documento está listo para ser presentado, por cuanto cumple con los requisitos establecidos.

Atentamente,

ZAYDA UREÑA

ARAYA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
ZAYDA UREÑA ARAYA

(FIRMA)

Fecha: 2022.12.23 13:27:25
-06'00'

Licenciada Zayda Ureña Araya

Cédula 104230946

Carné 0163840 Colegio de Licenciados en Ciencias y Letras

DECLARACIÓN JURADA

El suscrito, **Mario Emanuel Vásquez Araya** con cédula de identidad número **207630941**, declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: Que soy el autor del presente Trabajo Final de Graduación, modalidad memoria; para optar por el grado académico de **Licenciado en Ingeniería Electromecánica** de la Universidad Técnica Nacional y que el contenido de dicho trabajo es obra original del suscrito.

Fecha: 18/01/2023

Mario Emanuel Vásquez Araya

Estudiante

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente Dios por la oportunidad de permitirme esforzarme y crecer cada día.

A mis padres María de los Ángeles Vásquez y Donald Zúñiga por su incondicional apoyo y cariño durante todo el proceso universitario, por ser una fuente de inspiración para poder llegar hasta este punto y brindarme toda la atención, formación y herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Les amo y estoy orgulloso de ellos.

A mis hermanas y sobrinos por su enorme cariño, el cual me ha impulsado a perseverar y seguir adelante.

A todos los amigos(as), compañeros(as), familiares y todas aquellas personas que de alguna u otra forma han estado interesadas o involucradas en el proceso y cuyas palabras y consejos han sido de gran ayuda.

Gracias, los quiero a todos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a la Universidad Técnica Nacional y a la Escuela de Ingeniería Electromecánica por brindarme la oportunidad de formarme en las áreas más importantes para desarrollarme a nivel personal y profesional.

A todos los profesores(as) que han formado parte de todo el proceso educativo desde el comienzo y nunca han dejado de motivarme para llegar hasta el final.

A Grupo Tical y MHE Costa Rica por abrirme las puertas y permitirme realizar este trabajo dentro de sus instalaciones, de manera especial a don Óscar Bogantes y Jimmy Gutiérrez por confiar en mí, brindarme su apoyo y estar presentes a lo largo del desarrollo de la investigación.

A todas las personas involucradas de forma directa o indirecta en la culminación de esta investigación y de todo el proceso de estudio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1. LÍNEA DE PARTIDA DEL PROYECTO	1
1.1 Marco Situacional y Planteamiento del Problema.....	1
1.3 Alcance del Proyecto.....	8
1.4 Estado de la Cuestión	9
1.5 Preguntas de la Investigación	13
1.5.1 Pregunta General	13
1.5.2 Preguntas Específicas	13
1.6 Objetivos	14
1.6.1 Objetivo General.....	14
1.6.2 Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO II	15
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Gestión de Activos	15
2.2 Concepto de Activo	16
2.3 Tipos de Activos.....	17
2.3.1 Activos Físicos o Tangibles.....	17
2.3.2 Activos Intangibles.....	18
2.3.3 Activos de Concesión	18
2.3.4 Activos de Lineales.....	18
2.3.5 Activos de Información.....	18
2.4 Compendio de Normas ISO 55000.....	19
2.5 Elementos Clave de un Sistema de Gestión de Activos	20
2.5.1 Contexto de la Organización.....	20
2.5.2 Liderazgo.....	21
2.5.3 Planificación	21
2.5.4 Soporte	22
2.5.5 Operación	23

2.5.6 Evaluación del Desempeño	23
2.5.7 Mejora	24
2.6 Certificación ISO 55000.....	26
2.7 Gestión de Inventarios	27
2.8 Concepto de Inventario	28
2.9 Tipos de Inventarios.....	29
2.9.1 Inventario de materia prima	29
2.9.2 Inventario de materia en proceso.....	29
2.9.3 Inventario terminado	29
2.9.4 Inventario en tránsito	29
2.9.5 Inventario de consignación	29
2.10 Indicadores de Gestión.....	30
CAPÍTULO III	31
3. MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 Tipo de Investigación	31
3.2 Área de Estudio de la Investigación	31
3.2.1 Línea Temática de la Investigación.....	31
3.2.2 Contexto del Problema	31
3.2.3 Área temática de la Investigación	31
3.2.4 Temática de Estudio	31
3.2.5 Objeto del Estudio	31
3.3 Procedimiento Metodológico	32
3.4 Variables de la Investigación.....	34
3.5 Población y Muestra del Estudio	36
CAPÍTULO IV.....	37
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	37
4.1 Cláusula 4: Contexto de la Organización.....	37
4.1.1 Diagnóstico Inicial.....	37
4.1.2 Comprensión de las Necesidades de las Partes Interesadas.....	51
4.1.3 Determinación de Parámetros para Definir el Alcance del SGA	52
4.2 Cláusula 5: Liderazgo.....	57
4.2.1 Requisitos de Liderazgo y Compromiso de la Alta Dirección	57
4.2.2 Requerimientos para Establecer la Política.....	58
4.2.3 Roles y Responsabilidades para la Gestión de Activos.....	59
4.3 Cláusula 6: Planificación	63

4.3.1 Definición de los criterios y selección de la muestra inicial de activos.....	63
4.3.2 Resultados de la primera selección de activos a partir de los criterios de prioridad	67
4.3.3 Estimación del tamaño muestral para la selección de activos a incluir en el plan piloto	70
4.3.4 Estimación Preliminar de los Indicadores Principales para la Administración del Inventario	74
4.3.5 Análisis de Mantenimiento de los Repuestos Basado en la Confiabilidad	77
4.3.6 Distribución de Weibull: Fundamentos y Parámetros	77
4.3.7 Realización del Cálculo y Modelado a partir de los Datos de la Muestra Elegida	81
4.3.8 Estimación de Indicadores para la Administración del Inventario a partir del Modelado Obtenido	95
4.3.9 Propuesta de Valor del Plan Piloto.....	96
4.3.10 Establecimiento de los Objetivos del SGA	101
4.4 Cláusula 7: Soporte.....	103
4.4.1 Recursos	103
4.4.2 Competencias.....	104
4.4.3 Documentación y Comunicación de la Información.....	107
4.5 Cláusula 8: Operación.....	111
4.5.1 Planificación y Control	111
4.5.2 Gestión del Cambio	114
4.5.3 Tercerización	115
4.6 Cláusula 9: Evaluación del Desempeño	117
4.6.1 Seguimiento, Medición, Análisis y Evaluación.....	117
4.6.2 Auditoría Interna	121
4.7 Cláusula 10: Mejora	123
4.7.1 No conformidades, Acciones Correctivas y Acciones preventivas.....	123
4.7.2 Mejora Continua	125
CAPÍTULO V.....	130
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
5.1 Conclusiones.....	130
5.2 Recomendaciones.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
ANEXOS.....	138
ANEXO 1	138

A1. Resultados de encuesta sobre contexto actual de la administración del inventario	138
A1.1 Personal.....	138
A1.2 Bodega y Activos.....	140
A1.3 Registro y Documentación.....	142
A1.4 Otros Aspectos.....	143
ANEXO 2.....	146
A2. Política Integrada del Sistema Gestión Existente en Grupo Tical.....	146
ANEXO 3.....	147
A3. Desarrollo de la Transformación Logarítmica Doble de la Función de Distribución Acumulativa de Weibull	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de Algunos de los Ítems en Inventario Durante los Últimos Meses	3
Figura 2. Relación entre términos clave de la gestión de activos.....	16
Figura 3. Relación entre los diferentes elementos de la Gestión de Activos.....	26
Figura 4. Niveles de Madurez dentro de la Gestión de Activos.....	37
Figura 5. Características de los Niveles de Madurez en la Gestión de Activos	38
Figura 6. Encuesta-Actividad Económica Principal de la Empresa.....	46
Figura 7. Encuesta-Impacto de la Gestión de Inventarios en las Actividades de la Empresa.....	46
Figura 8. Encuesta-Conocimiento General sobre la Norma ISO 55000.....	46
Figura 9. Encuesta-Impacto de una Futura Implementación de un SGA en la mejora la Gestión del Inventario y sus Indicadores.....	47
Figura 10. Encuesta-Tipo de Artículos que se Almacenan en Bodega	48
Figura 11. Encuesta-Realización de Revisiones Físicas del Inventario.....	48
Figura 12. Encuesta-Método Actual de Registro y Documentación en la Administración del Inventario.....	49
Figura 13. Encuesta-Modelo de Inventario Utilizado Actualmente.....	50
Figura 14. Encuesta-Indicadores Empleados Actualmente	50
Figura 15. Ejemplo de un Modelo Integrado de Gestión de Clases de Activos	53
Figura 16. Diagrama de Proceso-Contexto de la Organización del SGA (Parte 1).....	55
Figura 17. Diagrama de Proceso-Contexto de la Organización del SGA (Parte 2).....	56
Figura 18. Organigrama de Roles y Responsabilidades propuesto para la Gestión de Activos	62
Figura 19. Selección Muestral Inicial de Acuerdo con Criterios de Prioridad-Parte 1.....	67
Figura 20. Selección Muestral Inicial de Acuerdo con Criterios de Prioridad-Parte 2.....	68
Figura 21. Valores de nivel de confianza más utilizados	71
Figura 22. Selección de Muestra Final con Método Aleatorio Simple-Parte 1	73
Figura 23. Selección de Muestra Final con Método Aleatorio Simple-Parte 2	74
Figura 24. Indicadores Estimados para la Muestra Final-Parte 1	75
Figura 25. Indicadores estimados para la Muestra Final-Parte 2	76
Figura 26. Registro de Tiempos entre Fallas de la Muestra de Componentes.....	82
Figura 27. Indicadores de Control del Inventario Calculados a partir del Modelo Obtenido	95
Figura 28. Comportamiento Económico de los Ítems (Últimos doce Meses)	96
Figura 29. Proyección de Comportamiento Económico según la Propuesta para doce Meses.....	97
Figura 30. Comparación del Índice de Rotación Obtenido	98
Figura 31. Comportamiento Esperado de la Disponibilidad y Cobertura del Stock.....	99
Figura 32. Comparación del Valor del Inventario Ocioso	100
Figura 33. Secuencia de la Evaluación del Desempeño del Personal	105
Figura 34. Esquema estratégico para el Desarrollo de Competencias y Conocimiento en el SGA	106
Figura 35. Plan de Acción para la Gestión del Cambio	115
Figura 36. Proceso Básico de Implementación de una Auditoría	121
Figura 37. Proceso de Gestión de No conformidades, Acciones Correctivas y Acciones Preventivas	124
Figura 38. Ciclo del modelo PDCA.....	125

Figura 39. Representación de la Eficiencia de un Proceso Productivo Mediante la Distribución Normal	128
Figura 39. Encuesta-Cantidad de Personal Involucrado en la Administración del Inventario	138
Figura 40. Encuesta-Suficiencia del Personal Existente	139
Figura 41. Encuesta-Acceso a las Existencias de la Bodega	139
Figura 42. Encuesta-Responsabilidades del Personal	139
Figura 43. Encuesta-Cantidad de Activos Existentes en Bodega	140
Figura 44. Encuesta-Valor Monetario Aproximado de las Existencias	140
Figura 45. Encuesta-Sistema de Codificación Utilizado para la Identificación de los Activos	140
Figura 46. Encuesta-Existencia de Protocolos de Recibimiento y Control.....	141
Figura 47. Encuesta-Espacio y Condiciones de la Bodega	141
Figura 48. Encuesta-Utilización de Stock de Seguridad.....	141
Figura 49. Encuesta-Formato Utilizado para el Registro y Documentación	142
Figura 50. Encuesta-Software Utilizado en las Actividades de Registro y Documentación	142
Figura 51. Encuesta-Utilidad del Software Empleado.....	142
Figura 52. Encuesta-Utilidad del Software Empleado para la Implementación del SGA	143
Figura 53. Encuesta-Conocimiento sobre la Filosofía Lean Logistics	143
Figura 54. Encuesta-Aplicación de la Filosofía Lean Logistics.....	143
Figura 55. Encuesta-Proveedores de la Empresa	144
Figura 56. Encuesta-Clientes de la Empresa.....	144
Figura 57. Encuesta-Control sobre los Tiempos de Entrega	144
Figura 58. Encuesta-Gestión de Riesgos en la Administración del Inventario.....	145
Figura 59. Encuesta-Realización de Auditorías del Sistema Actual	145
Figura 60. Encuesta-Puntos de Mejora de la Gestión Actual del Inventario	145
Figura 62. Política Integrada del Sistema de Gestión ISO 14001-45001 de Grupo Tical	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco Metodológico, Etapa 1.....	32
Tabla 2. Marco Metodológico, Etapa 2.....	33
Tabla 3. Indicadores clave generales a mejorar	34
Tabla 4. Variables a tomar en cuenta en el proceso de "planificación"	35
Tabla 5. Variables a utilizar para seleccionar la muestra inicial de activos relevantes para el plan piloto.....	36
Tabla 6. Grado Actual de Madurez General de cada Capítulo de la norma ISO 55000	39
Tabla 7. Requisitos para la Alta Dirección con respecto a la Gestión de Activos.....	58
Tabla 8. Valores de MTBF Obtenidos para cada Componente	94
Tabla 9. Ideas Generales para los Objetivos del SGA	101
Tabla 10. Indicadores Sugeridos para la Evaluación de las Competencias	107
Tabla 11. Formato de Control de Hallazgos Durante las Evaluaciones del SGA	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Progreso Actual del Capítulo 4 de la Normativa ISO 55000	39
Gráfico 2. Progreso Actual del Capítulo 5 de la Normativa ISO 55000	40
Gráfico 3. Progreso Actual del Capítulo 6 de la Normativa ISO 55000	40
Gráfico 4. Progreso Actual del Capítulo 7 de la Normativa ISO 55000	41
Gráfico 5. Progreso Actual del Capítulo 8 de la Normativa ISO 55000	42
Gráfico 6. Progreso Actual del Capítulo 9 de la Normativa ISO 55000	43
Gráfico 7. Progreso Actual del Capítulo 10 de la Normativa ISO 55000	43
Gráfico 8. Progreso General de Implementación de los Requisitos de la Normativa ISO 55000 ..	45
Gráfico 9. Participación de los Activos en Peso Total del Inventario (ABC Valor Acumulado)	65
Gráfico 10. Participación de los Activos en el Valor de Total de Ventas (ABC Utilidad Generada)	65
Gráfico 11. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Kit de Sellos Superior	83
Gráfico 12. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Kit de Sellos Inferior	83
Gráfico 13. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Arnés de Cámara	84
Gráfico 14. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Plataforma para Piso	84
Gráfico 15. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Manguera de Accesorios	85
Gráfico 16. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Tubo Flexible	85
Gráfico 17. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda Caster	86
Gráfico 18. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda de Carga	86
Gráfico 19. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda de Tracción	87
Gráfico 20. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Filtro Hidráulico.....	87
Gráfico 21. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Kit de Sellos Superior	89
Gráfico 22. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Kit de Inferior	89
Gráfico 23. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Arnés de Cámara.....	90
Gráfico 24. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Plataforma para Piso.....	90
Gráfico 25. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Manguera de Accesorios	91
Gráfico 26. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Tubo Flexible.....	91
Gráfico 27. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda Cáster	92
Gráfico 28. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda de Carga	92
Gráfico 29. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda de Tracción.....	93
Gráfico 30. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Filtro Hidráulico	93

INTRODUCCIÓN

La gestión o administración de los activos, ya sean tangibles, intangibles, financieros o no financieros, según se distinguen así en las Normas internacionales para la gestión de activos INTE ISO 55000, INTE ISO 55001 e INTE ISO 55002, les permite, a las organizaciones, generar valor de sus activos por medio del cumplimiento de objetivos estratégicos alineados con los objetivos de negocio de la empresa. De esta forma se asegura el control de la sostenibilidad del negocio a través de la medición, seguimiento, análisis y evaluación de factores como costos, riesgos, evaluaciones de desempeño de activos, aprovechamiento de oportunidades y medidas de mejora continua del sistema de gestión de activos.

La implementación de un sistema de gestión de activos permite, también, alinear los requisitos de este con los requisitos de otros sistemas de gestión relacionados y actualmente implementados en la organización, lo cual brinda la oportunidad de administrar y controlar, de forma integral, todas las actividades de gestión y, con ello, alcanzar de forma eficiente y eficaz los objetivos organizacionales, mientras se genera el valor esperado de sus activos a lo largo de todo su ciclo de vida.

Es importante mencionar que el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos puede llegar a necesitar de un considerable esfuerzo, por parte de toda la organización, y dependerá de la disposición y compromiso de cada integrante de esta, comenzando desde la alta dirección. No obstante, los beneficios en áreas como la reducción de riesgos, la mejora de procesos y toma de decisiones y la identificación oportuna y aprovechamiento de oportunidades claves, se pueden obtener desde etapas tempranas, y pueden ser utilizados para demostrar retornos y obtener mayor apoyo de las partes interesadas.

A través de esta investigación, se espera obtener un modelo de sistema de gestión de activos, que permita identificar los beneficios potenciales que obtendrá la compañía, y la importancia en el cumplimiento de los objetivos organizacionales, cumpliendo con los estándares establecidos en el compendio de normas internacionales mencionadas anteriormente.

CAPÍTULO I

1. LÍNEA DE PARTIDA DEL PROYECTO

1.1 Marco Situacional y Planteamiento del Problema

Grupo Tical es un “holding”¹ empresarial, cuyas actividades económicas están orientadas hacia el sector comercial logístico de transporte, distribución y almacenaje de mercancías, con presencia en todo el istmo centroamericano, México y Estados Unidos de América, con más de 40 años de experiencia en el campo. Es entendible, entonces, que la gestión y manejo de los activos físicos en la compañía sea de suma importancia para el óptimo desempeño de sus labores. Dentro de las empresas que conforman la sociedad se encuentra MHE (Material Handling Equipment) Costa Rica, la cual se crea en mayo de 2014, y nace como una respuesta estratégica para atender la demanda insatisfecha de soluciones integrales para la logística interna, y se convierte en la distribuidora exclusiva en el país de los equipos y sistemas de almacenaje de la prestigiosa marca alemana Jungheinrich.

Cuando se hace referencia al tema de logística y distribución, es normal pensar en grandes bodegas llenas de mercancía, la cual debe ser categorizada, ordenada y administrada correctamente. En el caso de MHE Costa Rica y Grupo Tical, en general se cuenta con varias bodegas, donde se almacenan y posteriormente se distribuyen artículos según las diversas necesidades de los diferentes clientes. Estos artículos son los principales activos físicos de la empresa, pues constituyen el centro de sus actividades económicas y, por lo tanto, son el principal generador de valor de esta.

Esencialmente las actividades que lleva a cabo MHE Costa Rica son las de adquirir y proveer equipos de carga para satisfacer las necesidades intralogísticas (cadena de distribución y aprovisionamiento) de sus clientes, mediante un servicio personalizado. El servicio también incluye proveer piezas y repuestos de los equipos

¹ Se refiere, en el mundo empresarial, a un grupo de sociedades en el que existe una empresa dominante y una o más empresas subordinadas o asociadas a ella.

y el servicio técnico y de mantenimiento de estos por parte del personal técnico de la empresa. Los equipos mencionados incluyen montacargas, elevadores hidráulicos, carretillas hidráulicas, entre otros. Cada uno de estos, según su tipo y modelo, posee sus propios repuestos únicos, los cuales se almacenan en una bodega, donde se administra todo el inventario de repuestos.

Ahora bien, el principal inconveniente que existe actualmente es que no se les ha dado una gestión adecuada a estos activos, como se explicará a continuación. Primeramente, como toda máquina en la industria, los equipos de carga necesitan periódicamente un mantenimiento (ya sea de tipo correctivo, preventivo u otro) para garantizar su óptima funcionalidad, de modo que para ello se deben adquirir repuestos, piezas y demás elementos, en caso de que se requiera el reemplazo de alguno de ellos. Es por esto por lo que en la administración anterior de la empresa se compró gran cantidad de repuestos para atender las diferentes situaciones en los mantenimientos. Sin embargo, no hubo un análisis más profundo de la necesidad de estos artículos, ni tampoco un adecuado control sobre estos inventarios y, por consiguiente, muchos de los artículos quedaron almacenados dentro de la bodega, y actualmente continúan en desuso desde que se adquirieron en el 2018 sin haber generado ningún valor a la empresa, es decir, no hubo ni hay una adecuada gestión sobre los activos, lo cual tiene repercusiones económicas negativas, ya que almacenar este stock tiene un costo y, por ende, representa un gasto innecesario.

Según estimaciones del propio personal de bodega, existen aproximadamente 136 artículos que tienen estancamiento en inventario por encima de los doce meses, por lo que existe una cantidad excesiva en comparación con el uso que se le da. Estos artículos representan aproximadamente un 13% de todo el inventario, lo cual monetariamente se traduce en alrededor de ¢20 000 000 de exceso de inventario. De toda esta cantidad de artículos, se estima también que un 4% no ha tenido rotación alguna desde su adquisición y, por lo tanto, ha estado completamente ocioso.

Resulta difícil utilizar los repuestos en otros modelos o marcas de equipos, o utilizar repuestos genéricos, debido a la poca flexibilidad que estos tienen, en el sentido de que la marca Jungheinrich fabrica piezas únicas y exclusivas para su maquinaria. La siguiente imagen muestra algunos datos, que prueban el comportamiento que muchos de estos artículos han presentado:

Descripcion	Consumo Promedio mes	Cobertura / Mes	Precio Unitario	Valor Acum Actual
NEUMATICOS SUPER ELASTICOS	0	56,0	€ 164 623,36	€ 2 304 726,97
TUBO FLEXIBLE	1	36,0	€ 70 781,26	€ 1 274 062,67
EJES RUEDAS DE CARGA ETR335D	0	88,0	€ 99 025,87	€ 1 089 284,58
ANTIFAZ RUEDAS DE CARGA ETR335D	1	28,0	€ 66 229,05	€ 927 206,68
RUEDA ECR SIN ARO, TRACCION TRANSIL	1	12,6	€ 79 149,23	€ 870 641,53
CARTUCHO DE FILTRO HIDRAULICO TFGDF	1	15,2	€ 45 571,98	€ 865 867,66
PULSADOR ETR	0	32,0	€ 198 706,48	€ 794 825,92
FILTRO PRINCIPAL DE AIRE 6 INCHES DFG	0	128,0	€ 20 974,12	€ 671 171,84
FILTRO DE AIRE TFG320	1	40,0	€ 15 470,11	€ 618 804,40
MANGUERA TFG	1	25,0	€ 23 951,91	€ 598 797,75
ROLLES RUEDAS DE CARGA	0	32,0	€ 143 198,80	€ 572 795,19
JUEGO DE EMPAQUES PISTON DE DIRECCI	0	72,0	€ 61 066,70	€ 549 600,33
FUSIBLE800 AM80V ETR	0	40,0	€ 109 864,25	€ 549 321,25
VALVULA CHEK ETR PISTON CENTRAL	1	18,0	€ 60 627,08	€ 545 643,70
PIEZA DESLIZANTE	0	112,0	€ 36 676,14	€ 513 465,92
CHAPA DISTANCIADORA	1	16,0	€ 30 262,46	€ 484 199,36
KIT DE SELLOS SUPERIOR	0	64,0	€ 29 953,22	€ 479 251,58
PARTE DESLIZANTE DE SIDESHIF ETR	1	28,0	€ 31 044,04	€ 434 616,56
JUEGO DE CABLES	0	32,0	€ 105 226,65	€ 420 906,60
RUEDAS DE CARGA CARRETILLA ECR327	1	12,0	€ 46 456,45	€ 418 108,07
RUEDA MOTRIZ EJE 120	0	36,0	€ 41 650,18	€ 374 851,58
FILTER FUEL DIESEL METALICO	0	96,0	€ 27 525,68	€ 330 308,16
CONTACTOR EKX515K	0	24,0	€ 110 000,00	€ 330 000,00
TECLA SENAL DE AVISO	0	32,0	€ 73 859,47	€ 295 437,88
RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO TFG	1	14,4	€ 15 778,38	€ 284 010,84
AMORTIGUADOR DE TORNAMESA DE ETR	0	56,0	€ 38 657,49	€ 270 602,43
ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	0	152,0	€ 13 754,53	€ 261 336,07
ROLES RUEDAS DE CASTER ETR	1	16,0	€ 11 083,67	€ 221 673,40
MANGUERA DESPLAZADOR LATERAL TFG	0	16,0	€ 54 802,04	€ 219 208,15
COBERTOR DE PISO ETR	0	88,0	€ 15 706,08	€ 172 766,88
COBERTOR DE PISO ETR	0	96,0	€ 14 374,14	€ 172 489,68
ANILLO DE RETEN RADIAL TFG320	0	96,0	€ 14 013,79	€ 168 165,43
MANGUERA TFG425 CORTA SIDESHIFT	0	40,0	€ 29 793,25	€ 148 966,25
RUEDAS DE CASTER CON ROLES EJE120	1	18,0	€ 16 502,03	€ 148 518,26
RODAMIENTO DE RODILLOS CON	0	16,0	€ 64 343,39	€ 128 686,78
ARANDELAS DE CARTER DFGTFG	3	12,2	€ 3 901,88	€ 124 860,16
ELEMENTO DE AMORTIGUACION	0	16,0	€ 55 698,01	€ 111 396,02
TUBO FLEXIBLE	0	40,0	€ 21 430,31	€ 107 151,55
VAQUELITAS MTC	0	24,0	€ 17 121,95	€ 102 731,68
RODAMIENTO DE RODILLOS CON	0	16,0	€ 47 780,33	€ 95 560,66
FILTRO PLASTICO TANQUE DFG	1	38,0	€ 4 820,83	€ 91 595,77

Figura 1. Comportamiento de Algunos de los Ítems en Inventario Durante los Últimos Meses

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Como se observa, gran parte de los activos no registran prácticamente ningún consumo, y se tiene una gran cantidad de estos almacenados en inventario, sin generar el valor que se espera. A estos se añade una gran cantidad más de

ítems en las mismas condiciones, por lo que se puede apreciar que el problema es realmente apremiante.

A esta problemática se le suma el hecho de que la marca representada, para mantener la exclusividad de representación, le solicita a la empresa que se le compre un equivalente a €130 000 de mercancía al año, lo cual con el tiempo ha empeorado la situación de estancamiento de artículos, y dificulta la toma de decisiones de qué comprar o de qué prescindir, debido al poco nivel de gestión que existe.

Con respecto a la gestión dentro de la bodega, la nueva administración ha venido realizando ciertos cambios para mejorar esta situación. Habitualmente se tiene un registro en Excel, donde se consolida la información más importante de todos los ítems para llevar un mejor control de la información, con lo cual se puede analizar y tomar decisiones más acertadas al respecto, como por ejemplo no hacer compras de artículos que no tienen impacto en las ventas, a menos que sea por solicitud específica del cliente. Otro de los esfuerzos es la implementación de un sistema de categorización de inventarios tipo ABC, de acuerdo con el consumo de los repuestos y de acuerdo con el costo de estos. También, se han empezado a utilizar recursos como mínimos, máximos y punto de reorden, como indicadores del sistema de inventarios y códigos de ubicación, para facilitar encontrar determinado artículo. No obstante, todo este proceso aún se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. y puede verse impulsado positivamente en gran manera mediante la realización de este trabajo.

La empresa actualmente utiliza el sistema SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing) para manejar la información. Empero, está buscando migrar a un nuevo programa (Oracle), aunque esto último se estaría implementando hasta finales de 2022. Esto abre la posibilidad de investigar si alguno de estos softwares (u otros) cuentan con algún módulo orientado a la gestión de activos, así como otro tipo de herramientas, las cuales podrían eventualmente ser integradas dentro del sistema de gestión a desarrollar, facilitando así el acceso a la información, entre otros beneficios inherentes a la gestión de activos.

Con todo lo expuesto, se espera, con la realización de este trabajo, apoyar y fortalecer la gestión de los activos tangibles del área de bodega de la empresa MHE Costa Rica, a través de la propuesta y futura implementación de un sistema de gestión de activos, de acuerdo con la normativa internacional vigente, que permita optimizar la gestión de los activos y la administración de los inventarios, a través de la mejora en la toma de decisiones de inversión de activos, gestión del riesgo, mejora en el servicio de mantenimiento, satisfacción del cliente y desempeño financiero de los activos durante su ciclo de vida², todo esto alineado y con el fin de cumplir los objetivos organizacionales de la empresa.

No obstante, también el trabajo podrá abrir las puertas a que la metodología que se pretende llevar a cabo pueda escalar, también, a otros sectores y/o sedes de la empresa, e incluso sirva de precedente para otras organizaciones que busquen implementar un sistema de gestión de activos, de acuerdo con sus necesidades.

² Para evaluar todos estos parámetros es necesario utilizar indicadores adecuados (ya sea de carácter cuantitativo o cualitativo) y métodos para obtener y analizar los datos obtenidos. Por ejemplo, se puede medir la satisfacción del cliente mediante encuestas de satisfacción, o utilizando como referencia el número de quejas recibidas.

1.2 Justificación

El propósito de toda empresa es alcanzar sus objetivos estratégicos y, con ello, consolidar su negocio en el área de mercado a la que se orientan sus actividades. La norma INTE ISO 55002 provee las directrices para implementar un sistema de gestión de activos, de acuerdo con los requisitos establecidos en la INTE ISO 50001. Mediante el cumplimiento de estos requisitos, la organización podrá asegurar la generación de valor de sus activos (principalmente sus activos tangibles, pero no limitado solamente a ellos) a lo largo de su ciclo de vida a través de la gestión del riesgo, costos, información, entre otros factores relacionados, todo ello alineado con los objetivos empresariales.

La INTE ISO 55000 (2015), en su apartado 3.2, menciona los beneficios que se pueden obtener de la gestión adecuada de los activos, entre los cuales se encuentran:

- Mejora en el desempeño financiero.
- Mejora en la toma de decisiones de inversión en activos basados en información.
- Gestión adecuada del riesgo.
- Mejora en servicios y productos.
- Satisfacción del cliente.
- Mejora en la sostenibilidad organizacional y reputación.
- Eficiencia y eficacia de procesos y servicios.

Algunos de estos beneficios se pueden cuantificar y evaluar a corto plazo; otros necesitan de más tiempo para empezar a ver sus resultados, pero de igual forma resultan ser de suma importancia para la generación de valor y el desempeño organizacional en general, sin mencionar también que implícitamente se generará un cambio importante en la cultura de la organización, ya que para cumplir con los requisitos estandarizados se debe contar con el involucramiento de todas las áreas interesadas.

Como se vio en el apartado anterior, donde se explicó el contexto que se vive en la empresa MHE Costa Rica, como parte de Grupo Tical, sus principales actividades están orientadas a la prestación de servicio logístico tercerizado. Esto significa que la esencia de su negocio en efecto depende en gran medida de la gestión correcta de sus activos, especialmente sus activos tangibles o físicos, por lo cual la implementación de un sistema de gestión de activos, en cumplimiento con los estándares de las normas que ya se han mencionado, brinda una oportunidad inmejorable de obtener los beneficios descritos anteriormente, añadiendo valor a la organización. Además, permitirá la posibilidad de integrar este nuevo sistema a la Política integrada del sistema de gestión ISO 14001-45001 existente.

Por otra parte, en la actualidad son muy pocas las empresas en Costa Rica que han optado por una certificación INTE ISO 55000, según se puede visualizar en la página oficial del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), quien es el ente encargado de extender dichas certificaciones en el país. La propuesta y futura implementación de un sistema de gestión de activos, con todos sus diversos componentes, en las empresas Grupo Tical y MHE Costa Rica, sembraría un precedente para otras empresas, en las que sus activos físicos sean un factor clave para el cumplimiento de sus objetivos empresariales, y en el futuro tengan interés en implementar un sistema de gestión de activos.

Aunado a esto, no solamente brindaría beneficios en la sede de la empresa ubicada en Río Segundo, Alajuela, sino que perfectamente podría luego integrar las sedes que se encuentran fuera del país, e incluso escalar hacia Grupo Tical como un todo organizacional.

1.3 Alcance del Proyecto

Con base en lo expuesto anteriormente, la finalidad de este trabajo es proponer un modelo de sistema de gestión de activos para administrar el manejo de estos, fortaleciendo así la generación de valor de los activos en la empresa durante su ciclo de vida, de manera que se cumpla con los requisitos que se establecen en las normas internacionales para la gestión de activos INTE ISO 55000, INTE ISO 55001 e INTE ISO 55002.

Se procederá a identificar cuáles son los elementos que han de formar parte del portafolio de activos, sobre los cuales se elaborará el sistema de gestión de activos. Es importante acotar que el proyecto se enfocará en la gestión de los activos tangibles o físicos del área de inventarios de suministros y repuestos de la empresa (generalmente utilizados por el área de mantenimiento y servicio al cliente), por lo que los activos intangibles o los activos físicos de otras áreas quedan fuera del alcance del proyecto. Sin embargo, este mismo ejemplar podrá brindar las pautas para escalar la solución a todas las demás áreas de la empresa, si así se considera en un futuro.

La investigación se llevará a cabo en el marco de analizar los requisitos incluidos en la normativa para crear la metodología de implementación más adecuada según la situación actual de la empresa, tomando en cuenta los siete elementos fundamentales de un sistema de gestión de activos (contexto de la organización, liderazgo, planificación, soporte, operación, evaluación del desempeño y mejora) e identificando los beneficios de su implementación al interior de la empresa a nivel técnico, económico y organizacional. Adicionalmente se pretende definir, dentro de la población de artículos que se encuentran en la bodega, una muestra compuesta de aquellos que se consideren más críticos por la compañía según ciertos parámetros que se definirán más adelante. Con ello se busca elaborar un plan piloto de la propuesta, a través del cual se pueda concretar en el futuro su implementación, ofreciendo también los métodos de seguimiento y control necesarios para asegurar que los objetivos sean alcanzados consistente y sosteniblemente en el tiempo. Todo esto tiene como fin lograr la generación de valor

de los activos que actualmente existen, y aquellos que formarán parte en un futuro del inventario de la empresa.

Cabe destacar que el proyecto, si bien pretende servir como guía para una futura implementación del SGA, no está orientado en la obtención inmediata de la certificación ISO 55000 (esto será una decisión opcional de la empresa), sino en brindar las herramientas y procedimientos basados en los requisitos certificables, con el fin principal de mejorar la gestión de activos en la organización.

1.4 Estado de la Cuestión

La gestión de activos es un área amplia y compleja, cuyo propósito final es hacer uso de los activos para obtener valor y alcanzar los objetivos de negocio de cualquier organización, ofreciendo un enfoque integral, en el que las decisiones estratégicas, la cultura y el modo de hacer negocios de las empresas se alinean hacia ese objetivo general.

Esta disciplina tiene gran trascendencia para empresas de todo tipo y tamaño, siendo en gran manera efectiva para mejorar la reputación de una organización y su capacidad de, entre otros asuntos: operar de modo seguro, cumplir con las obligaciones reglamentarias y regulatorias, evaluar futuras estrategias de negocio a través del control de aspectos como desempeño, costos y riesgo, y optimizar de forma significativa la generación de valor de sus activos.

Desde muchos años atrás la gestión de activos ha sido de gran importancia; sin embargo, el concepto como tal de “gestión de activos” se introdujo oficialmente en 1980, en los sectores públicos y privados alrededor del mundo, siendo el Reino Unido uno de los primeros países en adoptar medidas en este campo. Esto se dio a partir de un hecho que tuvo lugar en la plataforma petrolífera Piper Alpha, en el Mar del Norte, y en la posterior decadencia de los precios del petróleo en esa década, lo que llevó a la creación de diversos equipos multidisciplinarios que gestionaban adecuadamente cada plataforma (el activo en este caso), logrando grandes mejoras en el desempeño, la seguridad y la productividad.

Algunos años más tarde, en 1988, el consejo del US National Council on Public Works (Consejo Nacional sobre Obras Públicas de Estados Unidos de América) publicó el documento *Fragile foundations: a report on America's public works*, que llevó a adoptar políticas de gestión de activos a nivel federal, con el fin de lograr el desempeño deseado del servicio al menor costo del ciclo de vida.

Posteriormente, en el año 1993, los sectores públicos de los países oceánicos de Australia y Nueva Zelanda crearon el primer manual para gestionar los activos en esta área (*The asset management manual*), que incluía actividades para la planificación estratégica y priorización según calidad-precio de los activos, todo ello a raíz de la caída en los niveles de servicio, planificación deficiente y costos crecientes en el sector.

Un año después, en el Reino Unido se crea The Institute of Asset Management (IAM, por sus siglas en inglés), siendo esta una de las instituciones que más relevancia ha tenido en el desarrollo y perfeccionamiento de la disciplina de la gestión de activos, desarrollando su propio modelo conceptual de gestión de activos, para explicar sus componentes y la manera en la que estos se integran. Esta institución ha dado los principales pasos en la creación de normas y documentaciones oficiales, en las que se establecen los parámetros para la gestión de activos.

Desde su creación en 1994, y especialmente desde el 2002, el IAM ha iniciado y producido diversos documentos en colaboración con otras entidades; algunos de los más importantes se mencionan a continuación:

- La especificación PAS 55, creada en conjunto con el British Standard Institution (BSI). Esta fue publicada como una Especificación disponible al público (Publicly Available Specification-PAS) y actualizada por última vez en el 2008.
- La primera edición del Foro Mundial del “Panorama de la gestión de activos” (Asset management landscape) en el 2011, y su posterior edición en el 2014.

- El compendio de normas ISO de la serie 55000. El inicio del proyecto de la creación de las normas se dio en el año 2009 y, en colaboración y con el completo apoyo de la comunidad ISO, se publicó finalmente en el año 2014, tomando como base la especificación PAS 55. Posteriormente se han publicado versiones más recientes de este conjunto de normas.

Tradicionalmente la gestión de activos se ha venido enfocando en dos aspectos esenciales: diseñar y construir los activos e infraestructuras para el largo plazo, y realizar un mantenimiento correctivo y preventivo durante la vida de servicio de estos (Améndola et al. 2019, p. 28). La gestión de activos actual lo que busca es un balance entre costos, oportunidades y riesgos en el desempeño deseado de los activos, lo cual supone un cambio de paradigma respecto del enfoque más tradicional.

En cuanto a investigaciones y estudios realizados en esta área, el IAM ha venido publicando gran variedad de artículos y revistas. En el año 2014 se publicó la tercera edición de uno de sus documentos más trascendentes y utilizados por gran variedad de organizaciones, el libro “Gestión de activos: una anatomía”, el cual brinda una clara apreciación de la gestión de activos, abarcando temas como qué es, qué se puede lograr con ella, cuál es su alcance, conceptos fundamentales y su filosofía entre otros temas de importancia para el conocimiento y desarrollo de la gestión de activos.

Por su parte, el PMM Institute for Learning (Project and Maintenance Management), también ha realizado aportes importantes al conocimiento del área. Esta es una institución internacional creada por un grupo de expertos en la industria e investigadores en Europa y Estados Unidos de América, que se dedica a ofrecer servicios de consultoría especializada a grandes empresas y PYMES en gestión de activos, confiabilidad y gestión de mantenimiento. La literatura que su equipo profesional desarrolla es muy valiosa.

En el 2011, Améndola et al. (parte del equipo de PMM Institute for Learning) publicaron el artículo “Metodología de diagnóstico en la gestión integral de activos físicos en la Industria, caso: industria eléctrica”, donde se describe el proceso de

implementación de una metodología de diagnóstico de gestión de activos físicos, basada en la antigua PAS 55, para conseguir que la industria eléctrica operara al 100% de su capacidad, logrando eliminar pérdidas y aumentar la eficiencia.

En el 2021, el PMM Institute for Learning publica el artículo “GAP análisis 3P’s, pasos para la implementación de gestión de activos ISO 50001”, el cual plantea un procedimiento a seguir para la implementación de un modelo de gestión de activos alineado a esta norma, utilizando la metodología de las 3P’s (People, Process and People), estableciendo un punto de partida para definir cuáles serán las acciones que se deben ejecutar para alcanzar la meta y las buenas prácticas en la gestión de activos en las empresas. Además, esta institución comenzó desde sus inicios a publicar de manera periódica (a partir de junio de 2019, de forma bimestral) una revista enfocada en temas sobre gestión de activos, la PMM Project Magazine.

Otros autores, como Parra et al. (2021), han realizado estudios en el área de gestión e ingeniería de mantenimiento (lo cual tiene gran relación con la gestión de activos en cuanto al objetivo de generar el valor esperado de estos) como “Técnica de jerarquización de activos MCCR: matriz de criticidad cualitativa de riesgo” (2021), donde se explican aspectos teóricos y el desarrollo de esta técnica para su aplicación en la industria, siendo de mucho provecho en el planeamiento y aplicación de un sistema de gestión de activos. Otros artículos, como el de Minnar, denominado “Métodos cuantitativos requeridos para implementar la norma PAS 55 o la ISO 55000 para la gestión de activos”, aportan información sobre herramientas numéricas que las organizaciones pueden emplear al implementar la gestión de activos. Algunas de estas literaturas se utilizarán como referencia para la realización de este trabajo.

Desde la publicación de la serie 55000 de ISO, el compromiso de continuar desarrollando esta disciplina ha continuado, a la vez que su creciente aceptación mundial incrementa el apoyo y reconocimiento de esta actividad como una de las más importantes en el desempeño de las organizaciones.

1.5 Preguntas de la Investigación

1.5.1 Pregunta General

¿Cuál puede ser el método más efectivo para lograr una adecuada gestión de los activos tangibles en la empresa, que cumpla con los requisitos certificables establecidos en la familia de normas relacionadas con la gestión de activos ISO 55000 y que apoye en la mejora de la administración de los inventarios?

1.5.2 Preguntas Específicas

- ¿Cuáles son las condiciones y requerimientos mínimos necesarios para elaborar un Sistema de Gestión de Activos, según la normativa internacional vigente y los elementos que esta contiene?
- ¿Cuáles son los indicadores más importantes para tomar en cuenta, según el contexto actual de la empresa, para la puesta en marcha y evaluación del Sistema de Gestión de Activos durante su futura implementación?
- ¿De qué manera se puede asegurar un buen desempeño del Sistema de Gestión de Activos a futuro, de acuerdo con la propuesta que se pretende realizar?
- ¿Qué herramientas técnicas y/o tecnológicas pueden ser utilizadas para facilitar el planeamiento y el control del Sistema de gestión de Activos?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Formular una metodología de mejora de los principales indicadores del área de inventarios de la empresa Transportes Internacionales Tical y MHE Costa Rica, a través de un sistema de gestión de activos y la ejecución de un plan piloto basado en los requisitos certificables establecidos en la normativa internacional INTE ISO 55000, INTE ISO 55001 e INTE ISO 55002, que establezca las bases del marco estratégico y operacional hacia su futura implementación completa, durante el año 2022.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Definir las condiciones y requerimientos necesarios para la elaboración de un Sistema de Gestión de Activos, tomando en cuenta todos los elementos que lo conforman según la normativa internacional vigente y en línea con los objetivos organizacionales y el contexto actual de la empresa.
- Determinar los indicadores de desempeño que serán utilizados para la medición de los beneficios o la generación de valor esperada mediante la gestión adecuada de los activos, a través del estudio de las variables más críticas, según el contexto actual de la empresa.
- Construir un plan piloto de la propuesta planteada a través de la selección de una muestra de activos críticos, según factores como el consumo promedio, valor actual en libros, utilidad generada y tiempo de entrega (lead time), con el fin de que la misma le funcione a la empresa como un parámetro de evaluación del Sistema de Gestión de Activos y del balance entre los indicadores económicos asociados.
- Proponer, a través de la investigación, herramientas técnicas y/o tecnológicas para la optimización de las labores de planificación, evaluación, seguimiento y acceso a la información del Sistema de Gestión de Activos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del trabajo, primeramente, se deben conocer ciertos aspectos de importancia, los cuales se relacionan directa o indirectamente con la temática de estudio y la fundamentan teóricamente. Estos temas se presentan a continuación, a lo largo de este apartado.

2.1 Gestión de Activos

El desarrollo exitoso de las actividades en las empresas modernas depende en gran medida de los activos de estas y la correcta gestión que tengan, de manera que pueda generar efectivamente el valor esperado.

La gestión de activos se enfoca principalmente en lograr el aprovechamiento máximo del valor que estos posean durante su vida útil, más que en el simple hecho de llevar un registro o almacenarlos en cierto lugar a la espera de ser utilizados. La gestión de activos envuelve todas las actividades que se llevarán a cabo para que los activos de la organización logren generar un valor positivo, y requiere de la participación y el compromiso de todas las partes interesadas, tanto internas como externas, logrando así alcanzar los objetivos de negocio de la empresa.

La norma INTE/ISO 55000:2015, en la sección 4.3.1, define la gestión de activos como la “actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos” (p. 22); además indica que “la obtención de valor generalmente implicará balance de costos, riesgos, oportunidades y beneficios de desempeño” (p. 22). Por su parte, el protocolo anterior a la ISO 55000, es decir, la especificación PAS 55, define el mismo concepto como:

(...) las actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus costosos activos y sistemas de activos, su construcción, su desempeño, productividad, mantenimiento, riesgos hacia los seres humanos y medio ambiente y gastos asociados a lo largo de sus ciclo (sic) de vida, con el

propósito de afianzar su plan estratégico organizacional. (BSI-PAS 55, 2015, p.22).

Esto da un punto de vista un poco más amplio.

A partir de estas definiciones, se puede empezar a visualizar hasta qué punto llega el alcance de la gestión de activos y todas las actividades que conlleva.

A propósito de actividades, INTE/ISO 55000:2015 también resalta que “el término *actividad* tiene un significado muy amplio y puede incluir, por ejemplo, el enfoque, la planificación, los planes y su implementación” (p. 22), por lo que es importante tomar todo esto en cuenta cuando se realiza la gestión de activos.

A continuación, se muestra una figura, en la que se reflejan algunos de los términos clave de la gestión de activos y la relación entre estos:

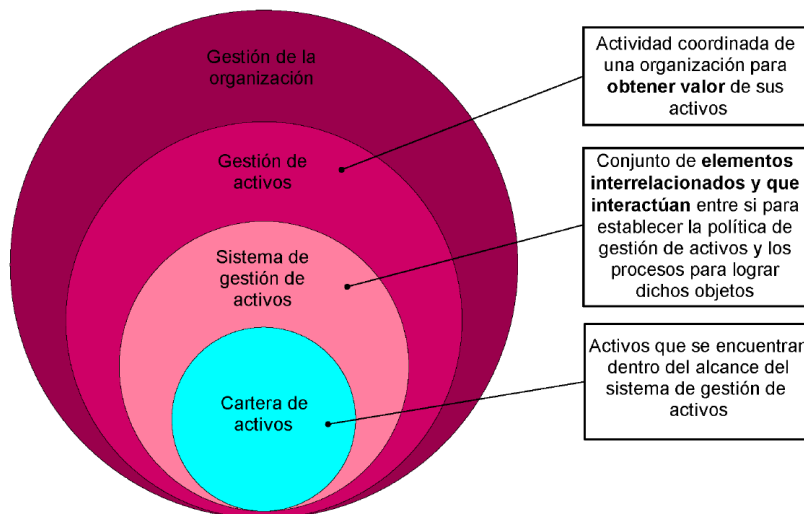


Figura 2. Relación entre términos clave de la gestión de activos

Fuente: INTE/ISO 55000:2015 (p. 10).

2.2 Concepto de Activo

Según INTE/ISO 55000:2015, sección 4.2.1, se entiende como activo cualquier “ítem, objeto o entidad que tiene valor real o potencial para una organización” (p. 20). Este concepto ofrece una visión muy general de lo que es un activo, así que se puede definir también como cualquier bien que la empresa posee y el cual tiene la capacidad de generar beneficios para esta, generalmente en

términos económicos, pero no limitado a ello y está directamente relacionado con el valor que tenga para la empresa. El valor de un activo puede variar de acuerdo con el tipo de organización, sus actividades y sus partes interesadas, alineado en toda ocasión con los objetivos organizacionales.

Este valor puede llegar a ser tangible, intangible, financiero o extra financiero, incluyendo la consideración de riesgos y obligaciones.

El valor de un activo también determina si este se puede considerar como un activo crítico o un activo no crítico, dependiendo del potencial que posea para impactar de forma significativa en el logro de los objetivos de la organización, lo cual puede resultar en un valor positivo o negativo de estos a lo largo de su vida de activo (periodo que comprende desde el momento de creación hasta el momento final del activo en la empresa, según INTE/ISO 55000:2015).

Cabe resaltar también que la normativa no solamente considera un activo como un objeto único, sino que también toma en cuenta un conjunto de elementos que estén referidos o categorizados, por la organización, como un activo individual o un grupo de activos interrelacionados y que interactúan entre sí, a lo cual la norma denomina como “sistema de activos”. Además, hay que recordar que estos conceptos de “activos” se determinan desde el punto de vista de la gestión de activos, y no necesariamente se asemejan a los conceptos manejados por áreas como la contabilidad y las finanzas.

2.3 Tipos de Activos

2.3.1 Activos Físicos o Tangibles

Los activos físicos o activos tangibles son todos aquellos bienes materiales que posee la empresa y poseen valor fiscal, tales como maquinaria, vehículos, materia prima, repuestos, entre otros artículos, los cuales pueden o no ser almacenados en una bodega designada para ello.

La mayor parte de activos de una organización está conformada por activos físicos, y la normativa ISO 55000 está orientada principalmente a la gestión de estos, aunque no limitada a ello.

2.3.2 Activos Intangibles

Se habla de activos de tipo intangible cuando se trata de aquellos que no tienen forma física, es decir, no son bienes materiales que se puedan ver o tocar físicamente, sino que forman parte del denominado “capital intelectual”.

Sin embargo, los activos tangibles tienen gran valor para las empresas, ya que pertenecen a esta y al gestionarse correctamente pueden generar ventajas competitivas. Algunos ejemplos pueden ser las patentes, franquicias, marcas, los derechos de autor, entre otros.

2.3.3 Activos de Concesión

Este tipo de activos se obtienen a través de contratos de concesión. Los contratos de concesión son acuerdos mediante los cuales una entidad (concedente) contrae con una organización a la que le brinda al servicio de suministrarle una cantidad de activos (de cualquier tipo), los cuales pasarán a formar parte de los activos físicos de la organización, y cuyo monto se deberá cancelar después del tiempo acordado por las partes. Se trata, en términos sencillos, de un préstamo de artículos por los que luego se debe pagar en la fecha acordada.

2.3.4 Activos de Lineales

Estos son aquellos que forman parte de una infraestructura o una red compleja dentro de la empresa, y por lo general requieren de una planificación y gestión específica para asegurar su efectividad operacional. En su mayoría se podrían catalogar como activos compuestos o sistemas de activos (como lo define ISO 55000), ya que están conformados por un conjunto de activos interrelacionados o que interactúan entre sí, tales como redes eléctricas, redes de tuberías de agua, gas y vapor, redes de transmisión de datos, caminos, carreteras, entre otros.

2.3.5 Activos de Información

Los activos de información son todos los medios físicos, digitales o tecnológicos mediante los cuales se puede almacenar, recibir, transferir o visualizar la información, la cual la organización valora y, por tanto, debe proteger. Se pueden mencionar como activos de la información a los servicios de transmisión, recepción y control de la información (como el correo electrónico empresarial), software y

hardware para el procesamiento y almacenamiento de la información, herramientas para el soporte de los sistemas de información y, en general, los datos creados a partir de o para un proceso específico de la empresa (ya sea en forma digital, impresa o en cualquier otro formato).

2.4 Compendio de Normas ISO 55000

La gestión de activos está regida internacionalmente por el compendio de normas de la familia ISO 55000 que, como se mencionó en el apartado 2.1, se creó en el año 2014 tomando como base la especificación PAS 55, siendo esta última su predecesora directa, y desde ese año se han realizado algunas revisiones a esta normativa por parte del ente regulador en Costa Rica, el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) en el año 2015 (para el caso de ISO 55000 e ISO 55001) y en el año 2020 (en el caso de ISO 55002).

Es por esto por lo que, al referirse a esta normativa, se puede hablar de INTE/ISO 55000:2015, INTE/ISO 55001:2015 e INTE/ISO 55002:2020.

La norma ISO 55000 provee un marco de referencia general sobre la gestión de activos, principios, terminología y conceptos inherentes al campo. El propósito de esta norma, como en ella misma se menciona, es “proveer los aspectos generales de la gestión de activos, sus principios y terminología y los beneficios esperados al adoptar la gestión de activos” (55000:2015, p. 6) y además aclara que “puede aplicarse a todo tipo de activos y por cualquier tipo y tamaño de organización” (INTE ISO 55000:2015, p. 6).

Por otra parte, la norma ISO 55001 establece los requisitos necesarios para su implementación, basándose estos en el contexto de una organización.

Finalmente, la norma ISO 55002 sigue el formato de una guía básica para la implementación de los requisitos mencionados en la ISO 55001, proporcionando la orientación necesaria para tal efecto. Es necesario rescatar que ISO 55002 proporciona ejemplos de apoyo para la implementación de un sistema de gestión de activos, pero no brinda las directrices específicas de gestión ni las herramientas

técnicas que se puedan utilizar, ya que la manera de implementar las directrices dependerá del contexto y los recursos de cada organización.

Como se observa, la familia de normas de gestión de activos está estrechamente ligada entre sí; por tanto, es recomendable conocer y comprender los tres documentos, con el fin de realizar una implementación adecuada del sistema de gestión de activos.

2.5 Elementos Clave de un Sistema de Gestión de Activos

La implementación de un sistema de gestión de activos, basada en los requisitos establecidos en la normativa ISO 55000, debe contar con las secciones que se describirán a continuación, las cuales brindan el marco metodológico básico para ello.

2.5.1 Contexto de la Organización

El objetivo de esta sección es comprender la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de sus activos, y brindar un marco inicial para comenzar a definir los aspectos básicos para la implementación del sistema de gestión de activos.

El contexto de la organización incluye tanto el contexto externo como el interno; el primero de ellos puede incluir “los factores sociales, culturales, políticos, religiosos, tecnológicos, económicos, competitivos y del entorno natural, ya sean internacionales, nacionales, regionales o locales” (INTE/ISO 55002:2020, p. 11), mientras que el contexto interno comprende todos los factores internos de la empresa que puedan llegar a influir en la implementación del sistema de gestión de activos, tales como: objetivos organizacionales, misión, visión, políticas internas, tamaño de la organización, tipo de activos, entre otros.

Adicionalmente en esta parte se debe definir el alcance del sistema de gestión y sus objetivos, portafolio de activos, partes interesadas (sus expectativas, necesidades y requisitos), formas de comunicación entre las partes, recursos (financieros, humanos y materiales) y la política de gestión de activos. A través de

la definición de todos estos elementos se da forma al Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

2.5.2 Liderazgo

En el contexto de la gestión de activos, la norma ISO 55002 indica que

(...) el liderazgo debe ejercerse en todos los niveles dentro de la organización, sin embargo, la alta dirección debe garantizar que demuestra liderazgo y compromiso asumiendo un papel activo en la participación, promoción, dirección y apoyo, comunicación y seguimiento del desempeño, la eficacia y la mejora continua de los activos, gestión de activos y el sistema de gestión de activos. (p. 16)

A través de ello se hace hincapié en que el éxito, en la implementación de un sistema de gestión de activos, depende del involucramiento y del compromiso de todas las partes interesadas, iniciando con la alta dirección de la empresa, en el cumplimiento de los objetivos planteados en el PEGA.

En esta sección se definen los roles, las responsabilidades y las autoridades de las funciones clave de la organización. Debe quedar claramente plasmado quién será el responsable de cada actividad, mediante una descripción clara y precisa de puestos y su respectiva función, incluyendo actividades de gestión de activos en la descripción de puestos ya existentes, y elaborando documentación para los organigramas de las actividades.

Con respecto a lo anterior, la norma indica que “en organizaciones pequeñas o medianas, se pueden asignar múltiples funciones de gestión de activos a un individuo” (INTE/ISO 55002:2020, p. 19) y que “en el contrato o acuerdo firmado con los contratistas y proveedores externos debería quedar especificado las responsabilidades y competencias de cada uno” (INTE/ISO 55002:2020, p. 19).

2.5.3 Planificación

Para lograr los objetivos de la gestión de activos, se deben llevar a cabo actividades, y la realización de estas requiere de una adecuada planificación. Estas actividades deben abordar los requisitos y determinar los recursos necesarios para

su realización. El punto de partida o línea base de partida para la planificación es conocer el contexto de la organización y los requisitos y necesidades de todas las partes interesadas, factores que deben verse reflejados en los objetivos planteados.

Según INTE/ISO 55002:2020, “la planificación es un proceso iterativo que combina dirección de arriba hacia abajo e identificación de necesidades de abajo hacia arriba basado en el desempeño actual de los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos” (p. 20).

Además de lo ya mencionado, el proceso de planificación debe abordar riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos, costos, alineación de las actividades planificadas con el cronograma de actividades de la empresa, considerar la evaluación de desempeño (incluyendo la realización de auditorías a nivel interno y externo) y revisión de la gestión.

2.5.4 Soporte

El desarrollo del sistema de gestión de activos, como se mencionó anteriormente, debe contar con el soporte y compromiso de todas las partes interesadas. Esto incluye también la gestión de los recursos destinados a la gestión de activos (que es el punto para tratar en esta sección). Estos recursos deberían considerar el portafolio de activos (que define el alcance del sistema de gestión de activos), los objetivos de gestión de activos, las actividades a realizar derivadas del PEGA, y los planes de seguimiento del desempeño y mejora para corregir las posibles no conformidades.

Por otra parte, la determinación de los requerimientos de recursos necesarios se debe incluir e incorporar en el proceso de planificación, en todos los escenarios de tiempo, con el fin de garantizar la existencia de los recursos apropiados en cada etapa de implementación del sistema de gestión.

La organización debería mapear sus recursos disponibles a sus actividades planificadas para determinar cualquier brecha. Este análisis de brechas puede usarse como una entrada al proceso de mejora. Este análisis se aplica a todas las actividades de gestión de activos, puede ser extenso y puede

requerir la priorización y planificación de programas de muchos proyectos para cerrar estas brechas. (INTE/ISO 55002:2015, p. 24)

2.5.5 Operación

El proceso de operación consiste en la puesta en marcha de las actividades planeadas, en busca del cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión. A partir de los resultados que se den en la ejecución de estas actividades, se podrán tomar decisiones con respecto a los diferentes procesos, con el fin de mejorar y controlar la gestión de activos.

Los procesos de planificación y control operacional deberían ser establecidos por la organización al momento de implementar los diversos elementos del sistema de gestión, tales como el PEGA, los planes de gestión de activos, las acciones de gestión de riesgos y oportunidades, las acciones correctivas y preventivas ante estos riesgos.

También es importante abordar la gestión de los cambios internos y externos que puedan afectar a los activos o al sistema de gestión de activos, es decir, que puedan dificultar el alcance de los objetivos establecidos al representar cambios en los planes de acción, así como las actividades tercerizadas, las cuales también forman parte de las responsabilidades de la organización y se deben tomar en cuenta como tales en el sistema de gestión.

2.5.6 Evaluación del Desempeño

La implementación de un sistema de gestión de activos tiene como fin principal la mejora en el rendimiento de sus activos, para que estos logren generar el valor esperado. La estrategia para conseguir tal mejora se ve reflejada a través del planteamiento de los objetivos estratégicos del sistema de gestión y esta estrategia, a su vez, debe ser puesta a prueba, es decir, se debe medir para comprobar su efectividad. De esta forma, el proceso de evaluación del desempeño se convierte en una herramienta útil y necesaria, para determinar si las medidas implementadas cumplen o no su propósito.

El desempeño de la gestión de activos, entonces, es medido en función de haber o no alcanzado los objetivos de la gestión de activos. Para esto es necesario definir indicadores apropiados, de acuerdo con los objetivos planteados, que se puedan medir y con ello identificar patrones y comportamientos que puedan llevar a mejorar el manejo de los activos. Es importante dar seguimiento a estos indicadores y tomar medidas de corrección y prevención, de acuerdo con los datos resultantes.

La evaluación puede llevarse a cabo por integrantes de la propia organización, definidos previamente sus roles, mediante auditorías internas, o bien, en caso de optar por la posibilidad de certificación, se realizará una auditoría externa por parte del ente encargado. Los planes, estrategias y medidas de evaluación, seguimiento y control del desempeño deben ser revisados por los miembros de la alta dirección, para que ellos tengan conocimiento del modelo a seguir y posteriormente puedan liderar la toma de decisiones.

2.5.7 Mejora

Toda la información generada a través de las evaluaciones de desempeño debe ser documentada y evaluada, ya que esta formará la base principal de entrada para los procesos de mejora del sistema de gestión de activos.

La mejora es un proceso crítico para la corrección de todo tipo de no conformidad y para la derivación de mayor valor. La mejora continua se debería considerar como una actividad iterativa en curso, con el objetivo final de cumplir los objetivos de la organización. La mejora también se puede lograr mediante la adopción de nuevas tecnologías o la innovación dirigida por los empleados (...) Estos procesos y procedimientos deberían definir los criterios de toma de decisiones para la mejora continua y las responsabilidades y autoridades necesarias. Tales procesos, los procedimientos y las actividades deberían ser proporcionales a la situación, los riesgos y las oportunidades y deberían considerar los niveles estratégico, táctico y operativo en la organización. (INTE/ISO 55002:2020, pp. 41, 44).

De esta manera, se puede visualizar que la actividad de gestión de activos es un proceso de evaluación y mejoramiento continuo en busca del cumplimiento de los objetivos estratégicos del sistema de gestión, los cuales tienen como fin lograr el aprovechamiento máximo del valor de los activos de la organización, de forma que se cumple también con sus objetivos empresariales.

Seguidamente, se muestra un esquema, en el que se puede ver la relación que existe entre los elementos de la gestión de activos expuestos, lo cual ayudará a tener una mejor comprensión de estos y del alcance de un sistema de gestión de activos, bajo el marco de los requisitos establecidos en la normativa.

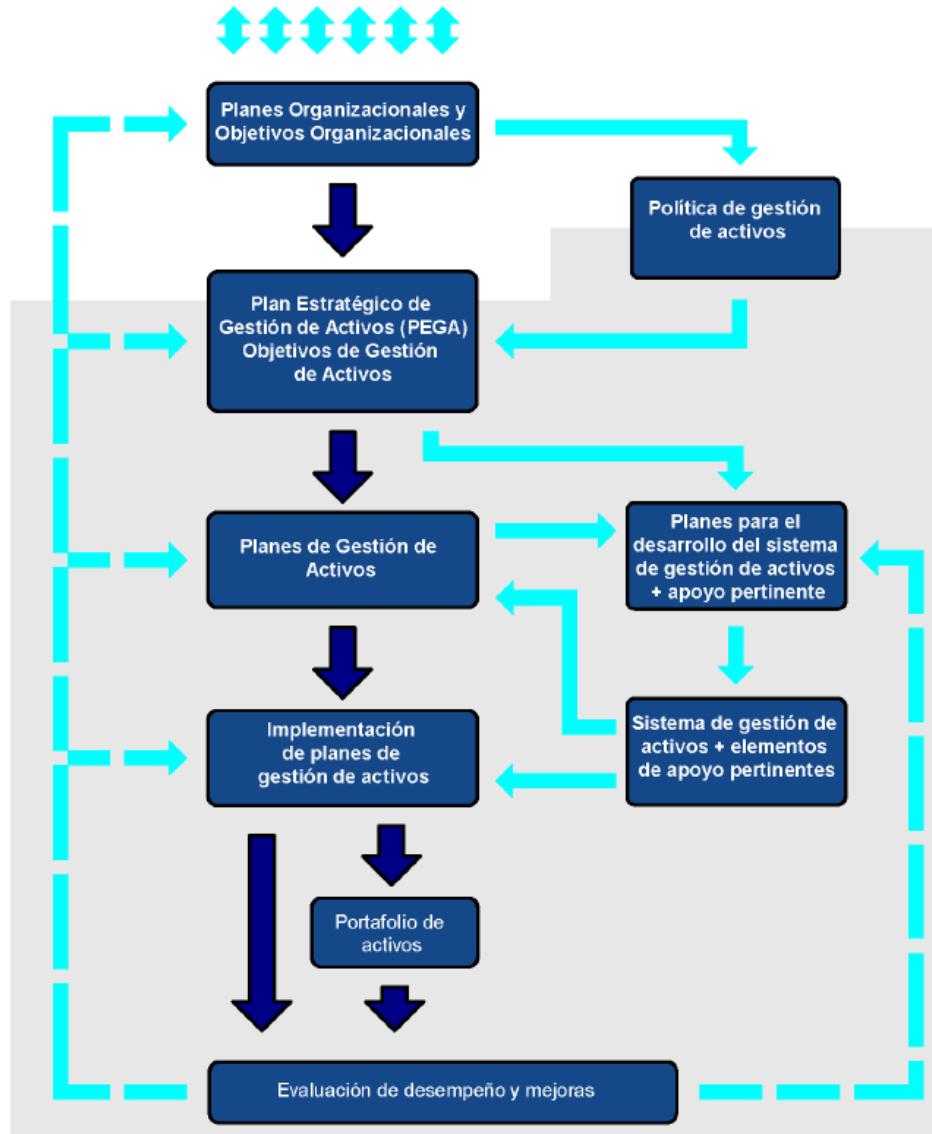


Figura 3. Relación entre los diferentes elementos de la Gestión de Activos

Fuente: INTE/ISO 55000:2015-Anexo B (p. 26).

2.6 Certificación ISO 55000

Una vez implementado el sistema de gestión de activos con todos los lineamientos establecidos, se puede comenzar a pensar en obtener la certificación oficial ISO 55000. Para ello es necesario contactar con un organismo de certificación autorizado, el cual desarrollará una auditoría mediante personal calificado, y cuyos resultados definirán si se logran cumplir o no los requisitos.

Antes de ser auditados por primera vez por un organismo externo, es recomendable que la empresa:

- Posea un sistema de gestión implementado, activo y mantenido.
- Haber realizado como mínimo una auditoría interna.
- Haber realizado al menos una revisión, por parte de la dirección del sistema a certificar.

Entre las organizaciones certificadoras que existen en el país, a las cuales se puede contactar para llevar a cabo las auditorías externas pre-certificación, se pueden mencionar el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), LL-C (Certification) y EQA Costa Rica.

2.7 Gestión de Inventarios

Yusseff y Cardona (2020) sugieren que la gestión y control de los inventarios es una rama del área logística, encargada de estudiar el manejo que se les debe dar a los materiales de una empresa, trátense de materia prima, producto en proceso, producto terminado o cualquier otro material que represente valor para la empresa, por lo que su relación con la gestión de activos es directa y le compete a todo tipo de organización comercial, independientemente de sus fines.

La administración óptima de los inventarios es vital para prevenir la generación de gastos ligados a sobrecostos por tardanzas o incumplimientos en los tiempos de entrega, reposiciones o garantías, sobreinventario o poca disponibilidad de este. Según la importancia que tenga el inventario en las actividades comerciales de la empresa, el impacto de una mala administración de él puede ser mayor o menor.

La implementación de un sistema de gestión de activos permite la integración de la metodología de gestión de inventarios, para el aprovechamiento adecuado de los recursos.

Referente al tema, Arenal Laza (2020) manifiesta:

Es necesario que las empresas lleven algún control de sus inventarios para asegurar la continuidad del proceso productivo, pero un control excesivo de todos y cada uno de los artículos tendría un coste excesivo, por lo que es necesario determinar qué control se establece para evitar ese sobre coste. (p. 8)

El alcance de la gestión de inventarios abarca desde la organización de los elementos en un espacio físico hasta la determinación de los métodos de clasificación, registro y control, incluyendo la determinación de modelos de inventario y cálculo de variables o indicadores de gestión.

2.8 Concepto de Inventario

El inventario se puede definir como el conjunto de bienes o existencias que conforman parte del patrimonio de una empresa, siendo similar al concepto de activo. En un marco general, podría referirse al grupo de activos físicos para los cuales se crea una designación detallada y se clasifican según su naturaleza, periodo de almacenamiento, momento, logística o alguna otra clasificación pertinente creada para tal efecto.

Para Arenal Laza (2020) el inventario es “una relación de los bienes de que se disponen, clasificados según familias y categorías y por lugar de ocupación” (p. 9). Muchas veces el concepto de inventario suele confundirse con el concepto de “stock”, sin embargo, estos no se refieren exactamente a lo mismo. De hecho, el stock es en realidad una parte del inventario. Arenal Laza (2020) también aclara este punto al declarar que el stock “es el conjunto de existencias que permanecen almacenadas hasta su uso o su venta” (p. 9) y que además “la principal función del inventario es la de inspeccionar que el stock esté correctamente gestionado” (p. 9). Al ser así, se puede, entonces, considerar al inventario como el sistema mediante el cual se gestiona o controla el stock.

2.9 Tipos de Inventarios

De acuerdo con la Fundación Iberoamericana de Altos Estudios Profesionales (FIAEP) (2014), se pueden considerar los siguientes tipos de inventarios según ciertas características:

2.9.1 Inventario de materia prima

Son aquellos insumos, los cuales existen ya en bodega, pero no han sido aún integrados al proceso productivo de la empresa.

2.9.2 Inventario de materia en proceso

Son todos aquellos materiales que ya han sido integrados al proceso productivo y se han modificado debido a ello, pero aún no están listos para la venta, es decir, no están terminados.

2.9.3 Inventario terminado

Lo conforman todos los productos que han finalizado el proceso productivo y están listos para ser ofrecidos al cliente para su venta, habiendo pasado por todos los procedimientos de revisión previa.

2.9.4 Inventario en tránsito

Este tipo de inventario está conformado por artículos que se encuentran “de camino” entre el o los puntos de distribución y el almacén donde finalmente se organizarán. Como su nombre lo indica, este inventario se encuentra siendo transportado ya sea por vía terrestre, aérea o marítima, o incluso puede encontrarse en aduanas, pero aún no ha llegado a su destino, aunque se encuentra pagado. Estos ítems se utilizan generalmente con el fin de sostener las operaciones, para abastecer los canales que conectan a la empresa con sus proveedores y sus clientes.

2.9.5 Inventario de consignación

Son artículos que se entregan para ser vendidos o utilizados en el proceso productivo, pero la propiedad la conserva el proveedor.

2.10 Indicadores de Gestión

Para las organizaciones, es vital tener herramientas que les permitan dilucidar el estado del desempeño de sus actividades en términos de efectividad, eficiencia y productividad. Es aquí donde los indicadores de gestión entran en juego, ya que es a través de estos que se logra obtener constantemente información real y precisa de todos los aspectos relevantes de su día a día, y se registra para su posterior comprensión y análisis.

A grandes rasgos, un indicador de gestión es una medida que permite evaluar el desempeño organizacional frente a sus metas, objetivos y responsabilidades con los grupos de referencia (trabajadores, accionistas, clientes, proveedores, inversionistas, entre otros) o, dicho de otro modo, es la relación entre las metas, los objetivos y los resultados, procurando siempre un mejoramiento continuo en la organización (Uribe Macías y Reinoso Lastra, 2014, p. 13).

Los indicadores de gestión hacen parte de un sistema de gestión o de control global, que tiene como objetivo contribuir al mejoramiento en el desempeño de las actividades productivas de una organización. Ya sea cuando se manejan de manera individual o se agrupan, los indicadores de gestión deben ser exactos y tener atributos como: forma (es decir una manera fácil de ser representados), frecuencia, extensión, origen confiable, temporalidad, relevancia, integridad y oportunidad. De este modo se asegura que la información, que se va a obtener mediante los indicadores, tendrá verdadera importancia y cumplirá con su propósito de mejora continua, dado que “lo que no se mide con hechos y datos, no puede mejorarse” (Serna, 1997, p. 13)

Es importante resaltar que no necesariamente existe un conjunto de indicadores estándar³ para todas las empresas, sino que cada una puede tener su propio sistema de indicadores que se adapten a sus condiciones, requerimientos o necesidades, afectando áreas como finanzas, producción, calidad, mantenimiento, marketing, recurso humano, entre otras.

³ Entiéndase una regla general o norma que dictamine específicamente los indicadores a utilizar.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación tiene una naturaleza de tipo cuantitativo, en la que se analizarán los datos numéricos obtenidos como resultado de la aplicación del plan piloto de gestión de activos, a través del estudio de los indicadores críticos manejados por el área de inventarios de la empresa, asociados principalmente con aquellos activos que se consideran más relevantes según las variables planteadas, lo cual dará las pautas a seguir, en vista de su posible implementación completa en el futuro.

3.2 Área de Estudio de la Investigación

3.2.1 Línea Temática de la Investigación

Gestión de activos e Inventarios en una organización.

3.2.2 Contexto del Problema

La mejora en el manejo y administración de los inventarios para la generación de valor de los activos.

3.2.3 Área temática de la Investigación

Sistema de gestión de activos basado en la normativa ISO 55000:2014.

3.2.4 Temática de Estudio

Metodología de mejora de la administración de los activos e inventarios mediante un sistema de gestión de activos.

3.2.5 Objeto del Estudio

El efecto de la metodología INTE/ISO 55000 sobre la administración de los activos, la mejora de su estrategia de control y la optimización en la generación de valor de estos.

3.3 Procedimiento Metodológico

El proyecto se dividirá en dos etapas generales de desarrollo. La primera etapa se basará en el planteamiento de la propuesta metodológica del SGA, de acuerdo con los requisitos que se establecen en la normativa. La segunda etapa se enfocará en la construcción de un pequeño plan piloto que incluirá los elementos planteados en la etapa anterior y la selección de una muestra de activos pertenecientes a la bodega de repuestos y suministros de la empresa, hacia los cuales se enfocarán las acciones de dicho plan, esto con el fin de dejar planteada una forma de evaluar y dar seguimiento a la nueva metodología de SGA.

Tabla 1. Marco Metodológico, Etapa 1

Etapa 1: Planteamiento de la Metodología de Gestión de Activos		
	Sección	Actividades a Realizar
1	Normativa ISO 55000	Proceder con la obtención, lectura y comprensión de la normativa ISO 55000/1/2.
2	Línea de partida del proyecto "Contexto de la Organización"	Se recolectará información actual de la empresa con respecto a la gestión de activos y la administración actual de su inventario, con el fin de conocer su contexto actual. Además, se determinarán los parámetros para definir el alcance y los objetivos (alineados con los objetivos organizacionales) del SGA y las partes interesadas.
3	"Liderazgo"	En esta sección se busca determinar el grado de liderazgo y compromiso que posee la alta gerencia sobre la gestión en general y la gestión de activos. Se determinará el procedimiento para establecer roles y responsabilidades, a través de un organigrama jerárquico.
4	"Planificación"⁴	En este apartado, se determinarán las acciones que se deberían realizar para abordar los riesgos y oportunidades de la gestión de los activos (enfocando herramientas útiles para la administración de los inventarios), y los pasos a seguir para planificar y alcanzar los objetivos de gestión, considerando la gestión del riesgo.
5	"Soporte"	Se expondrán los requisitos y se propondrán las actividades y formas de control que corresponden a los ámbitos de recursos, competencia del personal disponible, comunicación y manejo de la información (documentación y control de esta).

⁴ Se realizará en paralelo a la sección 1 de la etapa 2 de este trabajo ("Selección de la muestra de activos").

6	“Operación”	Se brindará el marco para planear, implementar y controlar los procesos de la empresa para cumplir con los requisitos de gestión de activos, haciendo uso de conceptos como “lean logistics”.
7	“Evaluación del desempeño”	A través de este apartado se pretende brindar los procedimientos a seguir para evaluar el desempeño del SGA, por medio de la determinación de indicadores de mejora y medidas de seguimiento y control de estos. Además, se expondrán los requerimientos para formular una auditoría interna.
8	“Mejora”	En esta sección, se realizará un diagrama de flujo, mediante el cual se pueda facilitar la gestión de las no conformidades, acciones correctivas y/o preventivas que puedan surgir como resultado de las evaluaciones de desempeño. También se presentarán diferentes métodos para impulsar la mejora continua.

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Tabla 2. Marco Metodológico, Etapa 2

Etapa 2: Plan Piloto de Gestión de Activos		
	Sección	Actividades a Realizar
1	Selección de la muestra de activos⁵	Analizar la información histórica de los códigos (activos) que forman parte del inventario de la empresa, para determinar cuáles de ellos se consideran críticos y poseen mayores puntos de mejora según los indicadores más relevantes para la organización (consumo, utilidad, valor en libros y lead time).
2	Construcción del plan piloto	Se elaborará un plan piloto de la propuesta sobre la muestra seleccionada, con el fin de tener una idea general de cómo afectará la futura implementación del SGA sobre los indicadores del área de inventarios de la empresa, y el impacto positivo que traerá a nivel administrativo y económico.
3	Conclusiones y Recomendaciones	Se darán las conclusiones y recomendaciones pertinentes generales a partir de los resultados del proyecto, que impulsen la mejora en la gestión de sus activos.

Fuente: Elaboración Propia (2022).

⁵ Se realizará en paralelo a la sección 4 de la etapa 1 de este trabajo (“Planificación”).

3.4 Variables de la Investigación

Tabla 3. *Indicadores clave generales a mejorar*

Variable	Definición	Indicador	Operación	Simbología
Rotación de Inventarios	Número de veces que se renuevan las existencias almacenadas durante un determinado periodo de tiempo.	Tasa de Consumo del Inventario.	$\frac{\text{Cantidad artículos utilizados}}{\text{Valor promedio de existencias}}$	IRI
Disponibilidad de Inventarios	Expresa la cantidad de mercancía que está lista para ser utilizada con respecto al total de mercancía almacenada.	Índice de stock disponible.	N/A	DI
Costo de Inventario Ocioso	Expresa la cantidad de dinero que representan los elementos del inventario que poseen poca o ninguna rotación.	Cantidad de dinero ocioso equivalente.	<i>Cantidad de inventario ocioso * Costo del inventario</i>	CIO
Cobertura del Stock	Cantidad de inventario (representado en una unidad de tiempo) disponible para satisfacer la demanda.	Cantidad de meses de cobertura total.	N/A	CS

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Tabla 4. Variables a tomar en cuenta en el proceso de "planificación"

Variable	Definición	Operación	Simbología
Existencia Máxima	Cantidad máxima de existencias que es posible mantener en bodega en cualquier momento y garantizar el abasto.	$(Consumo Máx * Tiempo entrega) + Existencia Mín$	MAX
Existencia Mínima	Cantidad mínima de existencias que deben estar disponibles en todo momento para su uso.	$Consumo Mín * Tiempo entrega$	MIN
Punto de Reorden	Nivel del inventario en el que se señala la necesidad de generar una nueva orden de abastecimiento para garantizar la continuidad del suministro.	$(Consumo Promedio * Tiempo entrega) + Inventario Seguridad$	PR
Stock de Seguridad	Existencias que se mantienen en el almacén para afrontar variaciones en la demanda o contratiempos en el abastecimiento.	$(Plazo Máx Entrega) - Plazo medio entrega) * Consumo Promedio$	SS

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Tabla 5. Variables a utilizar para seleccionar la muestra inicial de activos relevantes para el plan piloto

Variable	Definición	Indicador	Simbología
Consumo promedio	Cantidad de ítems de un mismo tipo o categoría utilizados durante un periodo de tiempo.	Consumo promedio mensual del activo.	CP
Utilidad Generada	Expresa el ingreso generado por un activo luego de restar el costo fiscal del mismo.	Utilidad generada en colones.	UG
Valor Actual en Libros	Expresa el valor neto que representa un activo en los libros contables de la empresa.	Valor actual del activo en colones.	VAL
Tiempo de Entrega (Lead Time)	Representa el tiempo que transcurre desde que se genera una orden de pedido de un artículo hasta el momento de su entrega <i>in situ</i> .	Tiempo de entrega del ítem en días.	LT

Fuente: Elaboración Propia (2022).

3.5 Población y Muestra del Estudio⁶

El desarrollo de la investigación está orientado hacia los activos tangibles o físicos del área de inventarios de repuestos y suministros de la empresa, los cuales suman una cantidad de 920 códigos (activos). De esta población de activos se seleccionarán como muestra los códigos que, según los parámetros planteados (consumo, utilidades, valor en libros, lead time), sean considerados como críticos para la empresa.

Sobre estos activos se desarrollará el plan piloto de la propuesta formulada, y se creará una estrategia de seguimiento⁶, para que la empresa pueda evaluar dicho plan. De ahí se podrá extraer una idea general sobre el funcionamiento del nuevo sistema de gestión y su aporte en la generación de valor de sus activos, además de la posible implementación futura en las demás áreas de la empresa.

⁶ Refiérase al apartado 4.3 de este trabajo, para conocer el procedimiento detallado de selección de la muestra de activos.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Cláusula 4: Contexto de la Organización

Como se dispuso en el marco metodológico de este trabajo, y de acuerdo con la normativa ISO 55002, el primer punto a tomar en cuenta en la gestión de activos es el contexto de la organización. Dentro de esta sección, se espera conocer el grado de madurez que posee la empresa con respecto a la gestión de activos en general, y la manera en la que se administra el inventario, con tal de establecer un punto de partida en el desarrollo del SGA.

4.1.1 Diagnóstico Inicial

Primeramente, se procede a realizar la encuesta dirigida a dilucidar la visión actual de la gerencia con respecto a la gestión de activos en general dentro de la organización. Para ello se plantean ciertas preguntas de sondeo para cada uno de los siete incisos clave de la norma (abarcados desde el capítulo 4 hasta el capítulo 10 de esta). Cabe destacar que el método que se utilizará para analizar los resultados a obtener es el descrito por el PPM Innovation Group (Project Management & Maintenance) en su artículo 3Ps Assessment, Pasos para la implementación de gestión de activos ISO 55001 (2020). En este se designan cinco niveles (de 0 a 4) para evaluar el grado de madurez de la manera en que se muestra a continuación:



Figura 4. Niveles de Madurez dentro de la Gestión de Activos

Fuente: PPM Innovation Group (p. 6).

Cada uno de estos niveles se analizan según los criterios que se muestran en la siguiente figura, los cuales dan el resultado final de la evaluación:

0	Inocente	La organización no ha identificado la necesidad de implementar los requisitos de la norma ISO 55000. No se demuestra que las estrategias y planes se encuentran documentados ni se demuestra compromiso de cumplirlos	0%-10%
1	Conciente	Se demuestra interés en el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55000. Las estrategias se encuentran documentadas pero aún no se logra la conexión de estas con los planes de gestión de activos. Existe evidencia de la intención de avanzar.	11%-25%
2	Desarrollo	La organización demuestra conexión entre sus estrategias de gestión de activos y sus demás procesos de interés. Se han hallado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requisitos de la norma ISO 55000 y se evidencia un progreso aceptable en el desarrollo de los planes y la asignación de recursos	26%-55%
3	Competente	Se demuestra un gran progreso en el proceso de cumplimiento de la norma ISO 55000. La conexión entre estrategias de gestión de activos y otros procesos es clara. Existe jerarquización de activos críticos bajo un criterio único y sólido. La evaluación de desempeño incluye indicadores claramente definidos. Se demuestra compromiso en los procesos de mejora del plan de gestión de activos.	56%-80%
4	Excelencia	Se logra demostrar que las prácticas de gestión de activos son consistentes y se encuentran optimizadas. Se logra el valor máximo de los activos y se lleva un control estricto de la información inherente a la gestión de activos. La evaluación de desempeño se basa en un sistema balanceado de indicadores que contribuyen a la optimización de planes. El liderazgo se orienta hacia la mejora continua y la innovación.	81%-99%
5	Certificación	El sistema de gestión de activos es auditado externamente por un organismo acreditado y se obtiene la certificación oficial.	100%

Figura 5. Características de los Niveles de Madurez en la Gestión de Activos

Fuente: PPM Innovation Group (p. 6).

Cabe destacar que en la figura anterior se ha añadido un eslabón más designado en el nivel 5, siendo este alcanzado una vez que se complete el 100% de la implementación del SGA y se proceda a su debida certificación. Cada aspecto recibirá una calificación de 1 a 5, de acuerdo con la situación actual de la organización, y según el criterio de la gerencia al respecto, y con base en las características de cada nivel presentado, en la figura 4 se determina el grado de madurez actual. Las tablas y gráficos que se verán a continuación muestran los resultados obtenidos, y se fundamentan y complementan con el archivo de Excel llamado “herramienta de evaluación del progreso de implementación del SGA”.

Tabla 6. Grado Actual de Madurez General de cada Capítulo de la norma ISO 55000

Inciso	Elemento de la Norma	Progreso General
4	Contexto de la Organización	68%
5	Liderazgo	63%
6	Planificación	63%
7	Soporte	50%
8	Operación	61%
9	Evaluación del Desempeño	44%
10	Mejora	27%

Fuente: Elaboración Propia (2022).

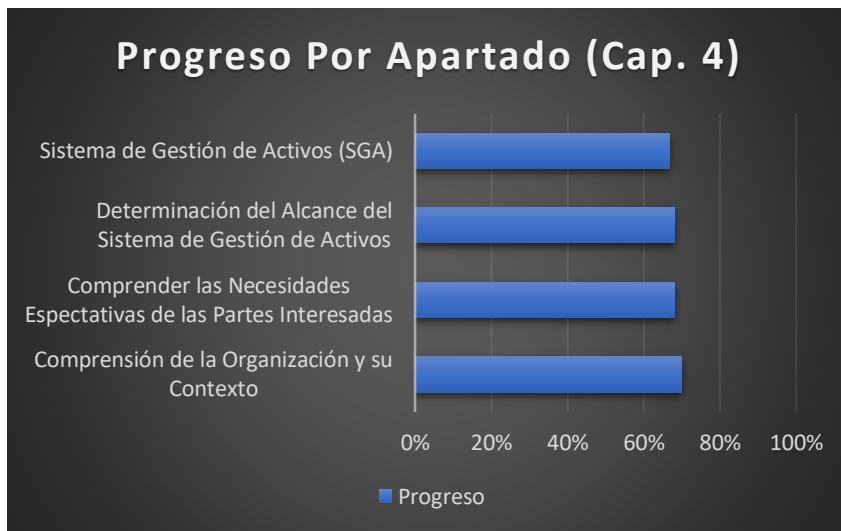


Gráfico 1. Progreso Actual del Capítulo 4 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Se observa, según la tabla 6, que para el primer capítulo de la norma (capítulo 4, contexto de la organización) se tiene un gran avance al día de hoy con un 68% de progreso global en esta área, lo cual se complementa con lo mostrado en el gráfico 1, donde se puede visualizar que en cada uno de los apartados hay un progreso de más del 65%. Esto quiere decir que la organización ya tiene identificados sus contextos interno y externo, que pueden llegar a influir en el cumplimiento de sus objetivos de gestión de activos, ya se ha identificado la mayoría de las partes interesadas y sus expectativas, y se tiene visualizado tanto el alcance como los objetivos del SGA. Esto es importante, ya que con estos parámetros la empresa conoce cuál es su rumbo para seguir en la gestión de activos, y posee una línea base sobre la cual continuar trabajando en este sentido.

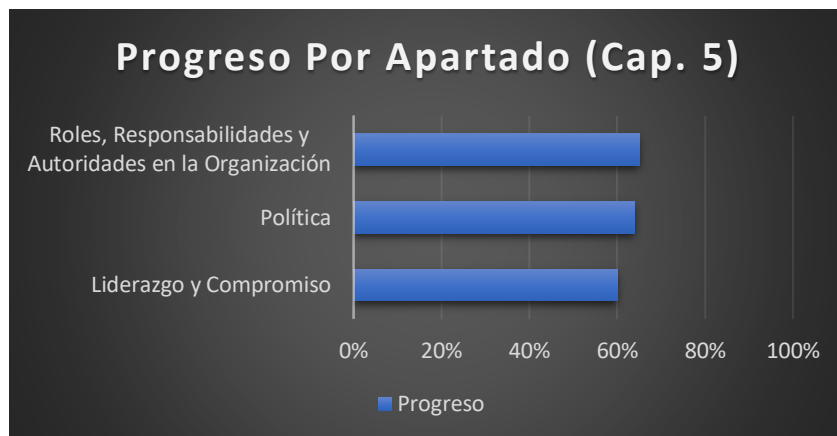


Gráfico 2. Progreso Actual del Capítulo 5 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Con respecto al capítulo 5 de la norma (liderazgo y compromiso), se tiene un avance global de 63%, lo cual muestra que, aunque la empresa tiene conocimiento del camino a seguir, aún debe trabajar en reforzar el compromiso y la toma de conciencia de cada uno de los involucrados en la gestión de activos. En el gráfico 2 se muestra un nivel de liderazgo del 60%, política un 64% y roles y responsabilidades de un 65%, lo cual demuestra que existe apoyo y compromiso por parte de la alta dirección, por lo que se ha comenzado a establecer una política definida y se han asignado algunas responsabilidades a los involucrados en la gestión de activos, aunque aún existe un gran margen de mejora.

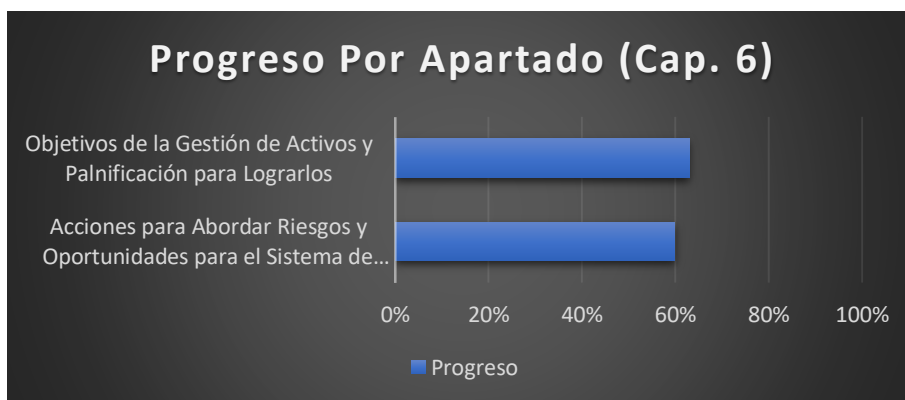


Gráfico 3. Progreso Actual del Capítulo 6 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

En el capítulo 6 (planificación) se muestra un progreso global de 63%, donde se ha avanzado en la gestión de riesgos y oportunidades (60%). Sin embargo, esto

aún no garantiza que las acciones para enfrentar estas situaciones sean efectivas, por lo que es un punto importante a reforzar más aun, tomando en cuenta que la reducción de riesgos y aprovechamiento de oportunidades puede ser clave en el cumplimiento o no de los objetivos. En el apartado de planeación estratégica, para cumplir con los objetivos hay un progreso de 63%, siendo que se han ya planteado de manera preliminar, y se sabe que pueden llegar a integrarse con otros procesos de planificación. Empero, aún queda trabajo que realizar en la determinación de los procedimientos de documentación, alineación con requerimientos técnicos, financieros, normativos y de otra índole y otros aspectos externos e internos por considerar.

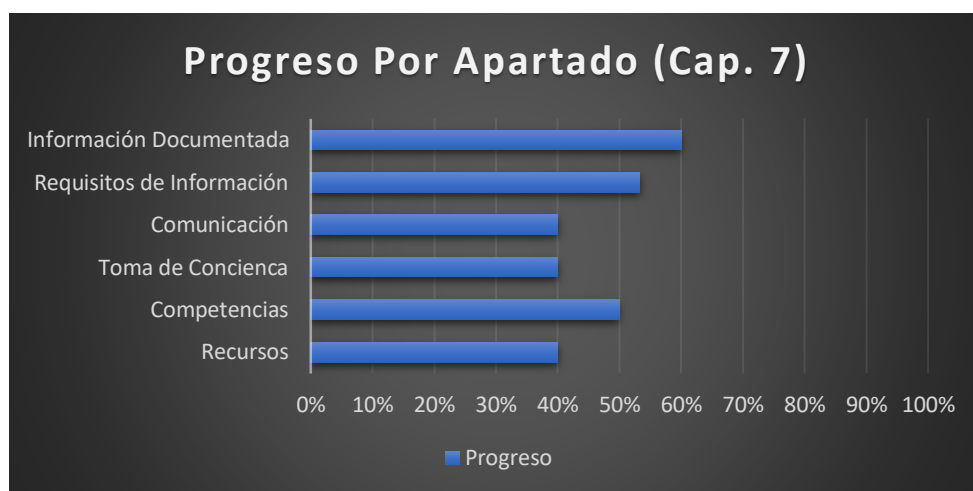


Gráfico 4. Progreso Actual del Capítulo 7 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

En lo concerniente al capítulo 7 (soporte), se observa un avance del 50%, siendo a partir de este punto donde la organización ha tenido menos oportunidad de progresar. Se muestra, en el gráfico 4, un 40% en la asignación de recursos para las tareas de gestión de activos, lo cual es comprensible, al no estar estas aún bien definidas; el 50% en la gestión de las competencias donde de momento no se han realizado suficientes planes de formación y desarrollo en esta área y, por ende, no se han podido asignar responsabilidades según esas competencias; un 40% en la toma de conciencia, lo que muestra poco conocimiento del tema por parte del personal, el 40% en comunicación, ya que aún no se definen medios ni estrategias

para gestionarla ni información relevante para ser comunicada; el 53% en requisitos de información, al ser que todavía no se tiene certeza del tipo, requisitos ni método para controlar la información que se comunica y que se obtiene como resultado de la puesta en marcha de los planes, y finalmente hay un 60% en información documentada, debido a que no existe aún un formato y/o un método establecido para registrar y documentar la información.

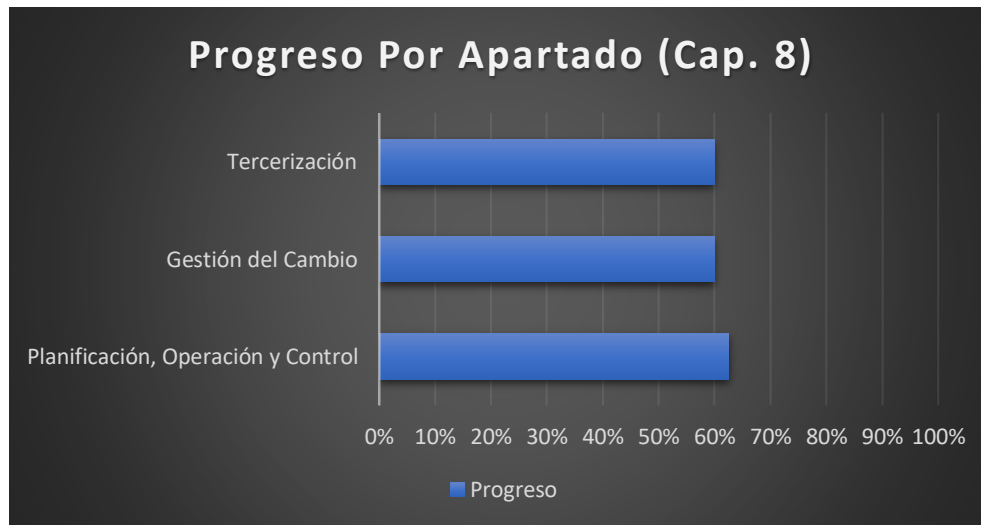


Gráfico 5. Progreso Actual del Capítulo 8 de la Normativa ISO 55000
Fuente: Elaboración Propia (2022).

En el capítulo 8 (operación) se obtuvo un progreso general de 61%. En el gráfico 5 se obtuvo un 63% en planificación y control, donde se han establecido algunos criterios para cumplir con los requisitos de la norma, y se mantiene cierto control sobre las actividades de gestión de activos; el 60% en la gestión del cambio, donde se tiene conocimiento de ciertos planes de respuesta ante condiciones que puedan afectar el cumplimiento de los objetivos de gestión de activos, y un 60% en tercerización, donde se ha dimensionado la forma en la que este tipo de actividades puede llegar a afectar a los planes de gestión de activos. El avance en estos apartados puede ir ligado a que las actividades regulares de la empresa también abarcan estos incisos; sin embargo, aún falta asociarlos a lo concerniente con la gestión de activos.

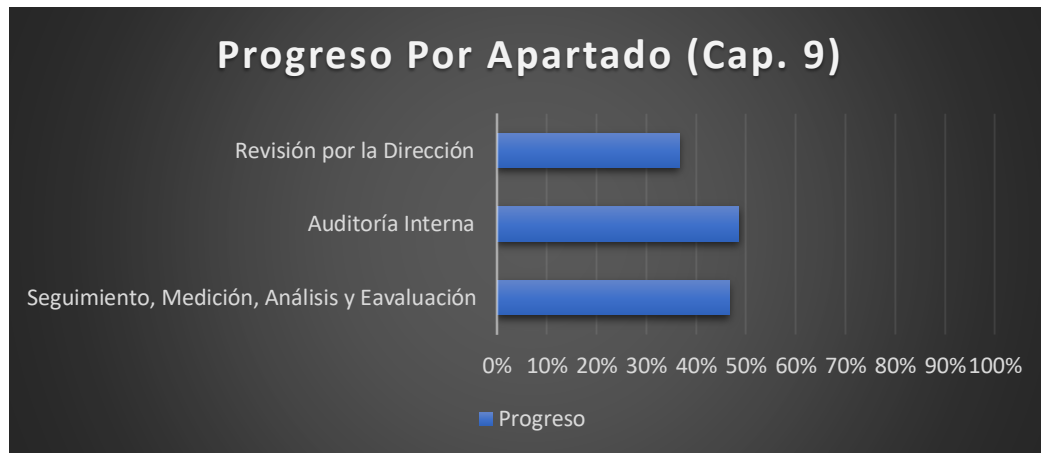


Gráfico 6. Progreso Actual del Capítulo 9 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

En el capítulo 9 (evaluación del desempeño) se muestra un avance global de 44%, siendo el segundo más bajo. Se muestra, según el gráfico 6, un 47% de avance en el apartado de seguimiento, medición y análisis, donde aún no se han creado indicadores de medición adecuados ni procesos bien definidos para la realización de las tareas correspondientes, el 49% en auditoría interna, ya que, si bien se ha concebido la idea de llevar a cabo estos procesos, aun no existe un planteamiento adecuado, y un 37% en revisión por la alta dirección, siendo que a día de hoy se han dado muy pocas revisiones, y estas no han profundizado detalladamente en la condición de los activos y del SGA.

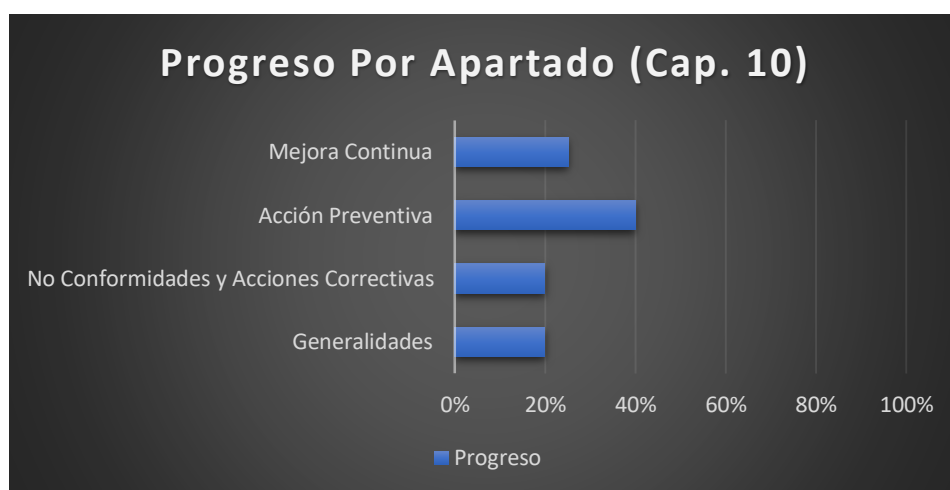


Gráfico 7. Progreso Actual del Capítulo 10 de la Normativa ISO 55000

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Finalmente, el capítulo 10 (mejora) muestra un progreso global de 27%, lo cual está ligado al poco avance en las evaluaciones de desempeño, ya que el resultado de estas brinda el punto de partida para la mejora del SGA. Según el gráfico 7, en el apartado de no conformidades y acciones correctivas hay un 20%, porque no existe registro ni planeamiento de estas, el 40% en actividades preventivas, donde de momento no se definen medidas claras de prevención de riesgos, de acuerdo con el comportamiento de los activos, y 25% en mejora continua, al evidenciar la falta de procesos para mejorar la gestión de activos y el SGA, según los resultados de evaluaciones finales y la falta de conocimiento sobre nuevas tecnologías y prácticas en el área. Pese a que el resultado del diagnóstico en los capítulos 9 y 10 es claramente más bajo que el de los demás, se debe considerar que la empresa aún se encuentra en sus etapas iniciales de planeación en gran parte de los apartados descritos, por lo que avanzar y alimentar estas secciones con información no ha sido posible realizarlo debidamente.

La evaluación general, tomando en cuenta el avance en cada capítulo de la norma descrito anteriormente, y los cuales se pueden visualizar en la tabla 6, genera un resultado de 54% de progreso en el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55000. De acuerdo con este resultado y los niveles de madurez mostrados, en la figura 4 se puede categorizar el grado de madurez actual en la gestión de activos de la empresa como en “desarrollo”, de ahí que una de las finalidades de este trabajo es aportar a la continuidad y seguimiento en la implementación de estos requerimientos. Para facilitar el entendimiento de estos resultados se añade el siguiente gráfico tipo “tela de araña”, en el cual se pueden valorar globalmente las áreas en las que la empresa se encuentra trabajando mejor, y aquellas que se deben reforzar más.

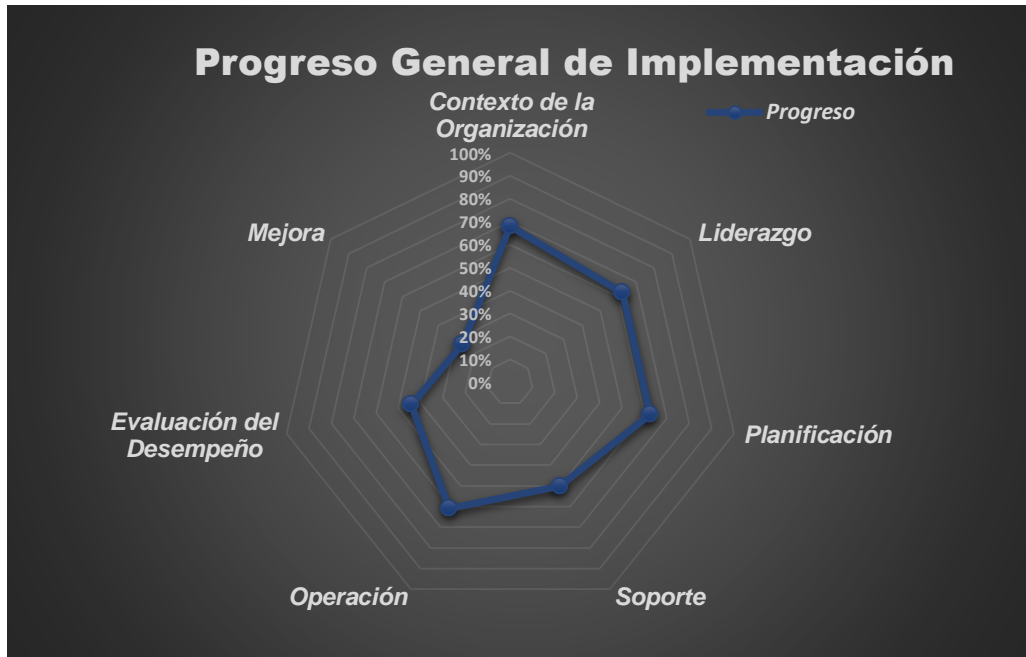


Gráfico 8. Progreso General de Implementación de los Requisitos de la Normativa ISO 55000
Fuente: Elaboración Propia (2022).

Cabe destacar que todo el proceso de evaluación del grado de madurez y progreso de cumplimiento de los requisitos, como parte del capítulo “contexto de la organización” se realizó mediante el archivo de Excel mencionado al inicio de esta sección (“herramienta de evaluación del progreso de implementación del SGA”), el cual formará parte de los entregables del trabajo y le funcionará a la empresa como una herramienta de acompañamiento durante todo el proceso de implementación completo a futuro del SGA, para que la organización pueda conocer en todo momento en qué parte del proceso se halla.

Con respecto a la administración del inventario, se realizó una encuesta con ciertas preguntas generales, para conocer detalles sobre la forma que tiene la empresa de gestionar esta área. Las preguntas se formularon utilizando la herramienta “Google Forms”, y posteriormente se envió un enlace a cada encuestado para contestarlas; en este caso, al personal que está más involucrado en la tarea en cuestión, dentro de sus quehaceres diarios en la empresa.

A continuación, se muestran las respuestas más relevantes a las preguntas planteadas, las cuales se pueden encontrar en la sección de anexos de este trabajo, junta a todas las demás preguntas que forman parte del cuestionario.

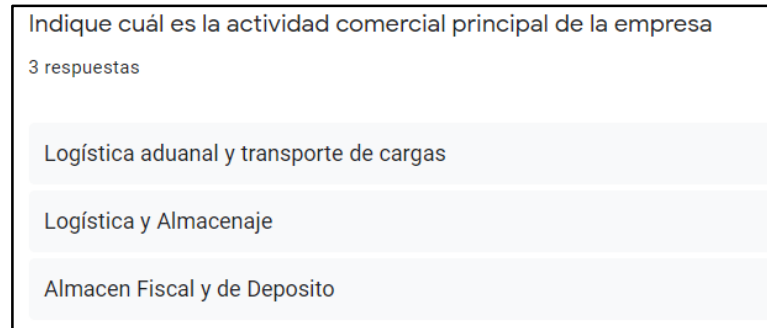


Figura 6. Encuesta-Actividad Económica Principal de la Empresa
Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

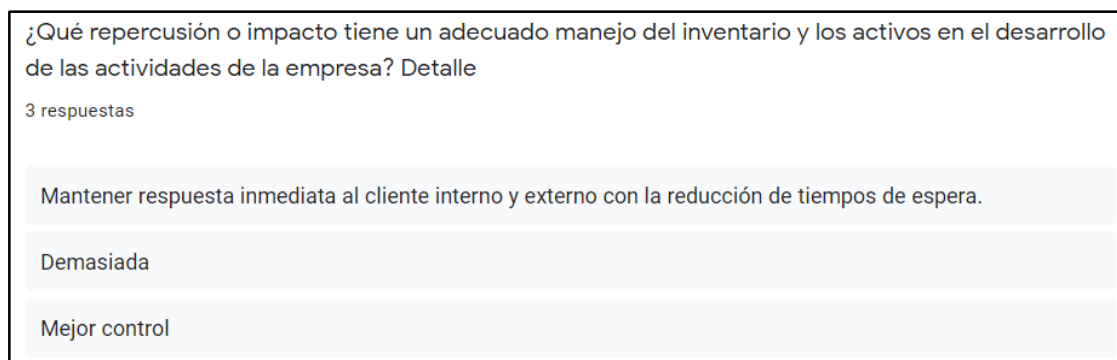


Figura 7. Encuesta-Impacto de la Gestión de Inventarios en las Actividades de la Empresa
Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

¿Tiene conocimiento sobre la norma ISO 55000 de Gestión de Activos?

3 respuestas

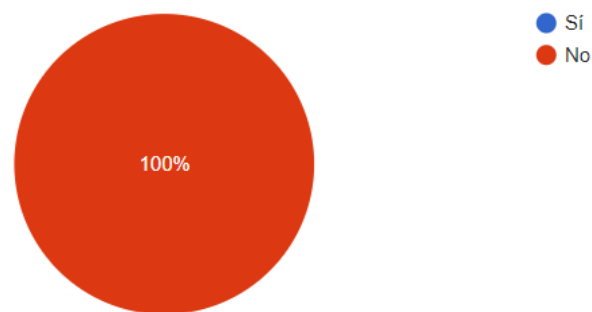


Figura 8. Encuesta-Conocimiento General sobre la Norma ISO 55000
Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

¿Qué tanto impacto puede llegar a tener, según su criterio, la implementación de un Sistema de Gestión de Activos según la norma ISO 55000 en la mejora de la gestión actual del inventario y sus indicadores?

3 respuestas

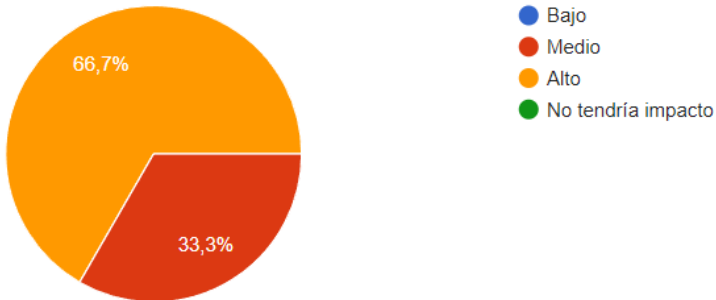


Figura 9. Encuesta-Impacto de una Futura Implementación de un SGA en la mejora la Gestión del Inventario y sus Indicadores

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

Las primeras respuestas de la encuesta reflejan la gran relevancia que tiene una adecuada administración del inventario y el manejo y control de los diferentes parámetros asociados, para el desarrollo de las actividades económicas de la empresa. Las actividades de gestión involucran tanto aspectos administrativos como técnicos, financieros y de personal, todo ello para lograr satisfacer las necesidades del o de los clientes. Para el caso de Grupo Tical y MHE Costa Rica, lo más importante es lograr dar una respuesta rápida en el menor tiempo posible. Este punto es muy relevante, porque ayuda a comprender cuáles son las principales necesidades, tanto internas como externas, de la organización, y formula lo que podría convertirse en un claro objetivo de la gestión de activos y el inventario.

También se puede visualizar que las personas involucradas en la gestión del inventario poseen conocimiento sobre la norma ISO 55000, lo cual es ventajoso, ya que le permite al personal ampliar el panorama de hasta dónde puede abarcar el término de “gestión” y los diferentes puntos a tomar en cuenta, según el contexto que viven día a día. También se evidencia que una futura implementación de un sistema de gestión de activos, desde el punto de vista de la empresa, tendría un impacto significativo en la mejora de la gestión del inventario y los indicadores en esta área, lo cual también forma parte importante de los fines de este proyecto.

Con respecto a la parte general de la bodega y los activos, se tiene que la gran mayoría de artículos que se encuentran en el almacén están conformados por repuestos para la maquinaria de cargas y vehículos de la empresa, suministros para el taller mecánico, servicios generales y de oficina, como se observa en la figura 9, los cuales en su totalidad conforman más de 900 códigos diferentes (920 aproximadamente) y representan un aproximado de 140 millones de colones de inventario.

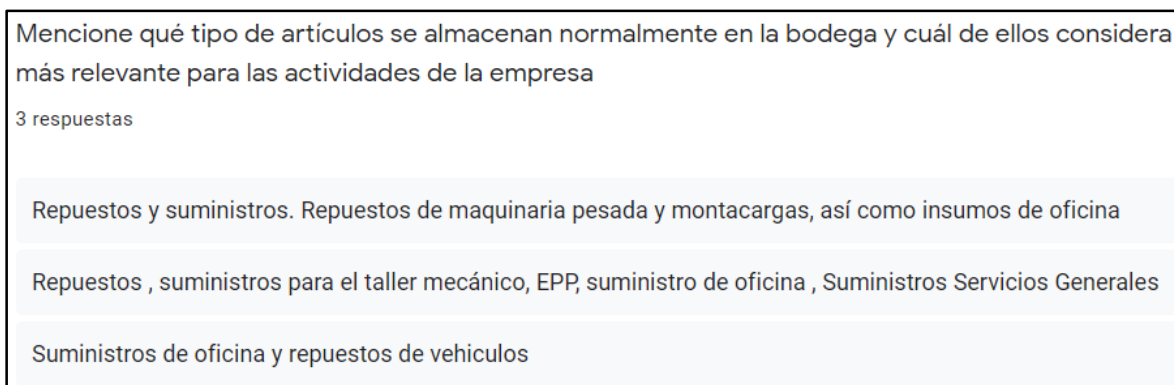


Figura 10. Encuesta-Tipo de Artículos que se Almacenan en Bodega

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

¿Se efectúan periódicamente comprobaciones físicas de las existencias?

3 respuestas

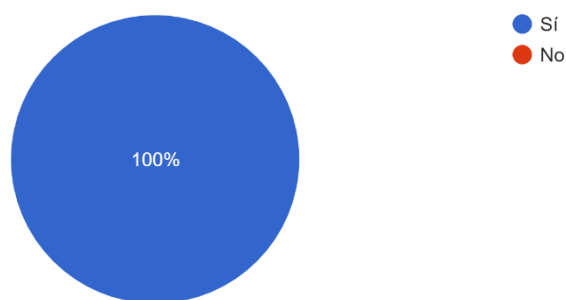


Figura 11. Encuesta-Realización de Revisiones Físicas del Inventario

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

Para llevar un mejor control de las existencias, se realizan periódicamente comprobaciones físicas de estas, como se muestra en la figura 10.

En el caso de los repuestos y equipo de maquinaria pesada (por lo general son ítems utilizados por MHE Costa Rica en sus actividades de mantenimiento y servicio al cliente) normalmente se realiza una comprobación mensual. De igual manera, el inventario que se adquiere por consignación (normalmente conformado por partes y repuestos de vehículos y EPP) también se revisa de forma mensual. Para el resto de los artículos que forman parte de las existencias, no se ha considerado la realización de comprobaciones periódicas, ya sea por considerarse como “consumible” o bien porque no se tiene registro previo de su existencia.

Describe el método que se utiliza para llevar el registro y documentación de cada tarea que se realiza durante la entrada o salida de artículos de la bodega.
3 respuestas
Se utiliza los registros de consumo en SAP y talonarios para la entrega de repuestos de montacargas.
Entradas y Salidas de bodega tanto manuales como en el Sistema SBO
Con Formularios

Figura 12. Encuesta-Método Actual de Registro y Documentación en la Administración del Inventario

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

En cuanto a la documentación y el registro del inventario, existen procedimientos a seguir; no obstante, se tiene conocimiento de que se puede mejorar en esta área. Actualmente se lleva un control tanto físico como digital de la siguiente forma: cuando se recibe o se entrega un artículo se completa un documento físico. Posteriormente se completa el registro en el programa SAP Business One (SBO), donde se registra la información de manera digital. Sin embargo, el principal inconveniente, en este caso, radica en que la empresa tiene pensado en dejar de utilizar el programa mencionado para finales del año 2022 a causa, entre otros asuntos, del alto costo de su licencia de uso. Debido a esto, se hace difícil integrar la utilización de este programa dentro de cualquier estrategia de gestión a implementar a mediano o largo plazo, y se deben analizar otras opciones.

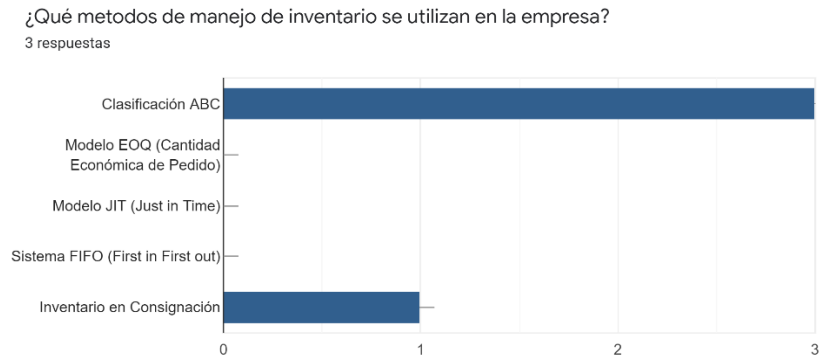


Figura 13. Encuesta-Modelo de Inventario Utilizado Actualmente

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

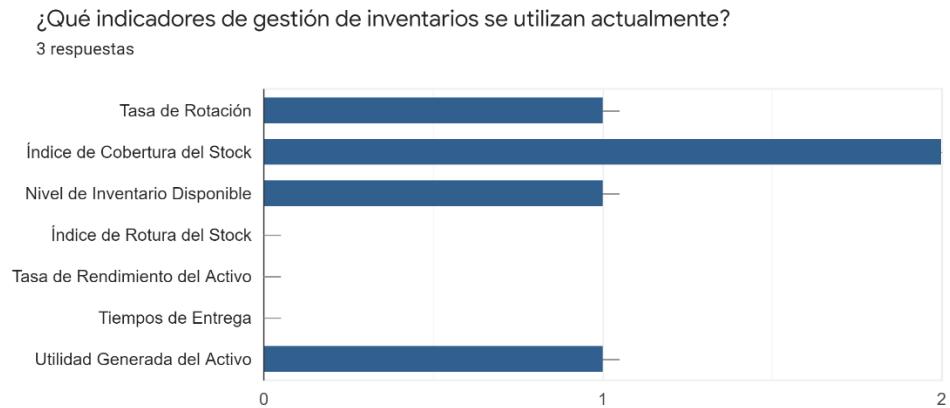


Figura 14. Encuesta-Indicadores Empleados Actualmente

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022).

En cuanto al modelo de inventario e indicadores, como se observa en las figuras 12 y 13, la empresa hoy día emplea mayormente una clasificación ABC como su método principal para gestionar su inventario; de esta manera se lleva un control sobre las existencias, basado principalmente en costos y consumo de estas, lo cual también les aporta una base para ajustar máximos y mínimos de las existencias. Por otra parte, se puede ver la utilización de indicadores como rotación, cobertura de stock, disponibilidad y utilidad generada.

Estas estrategias han ayudado a crear poco a poco una mejoría en la manera de gestionar el inventario; sin embargo, es posible impulsar aún más esta mejora a través de herramientas como el análisis de fallas y la optimización del mantenimiento y la confiabilidad, dado que la mayor parte de los activos (y por ende del peso total del inventario) está compuesta por repuestos y partes que se utilizan en este tipo de actividades, lo cual puede representar un buen punto de mejora en cuanto al manejo de este. Mediante un estudio de esta naturaleza se pueden obtener, por ejemplo, parámetros de criticidad de los activos muy útiles para la gestión del riesgo, criterios adecuados de compra de los repuestos, de manera que exista una rotación correcta de estos conforme a su índice de fallas, y la posibilidad de desarrollar, de acuerdo con estos parámetros, un modelo de inventario (como el modelo EOQ, JIT o algún modelo probabilístico) y la aplicación de prácticas como la filosofía lean logistics, que dinamicen la gestión de los activos en la empresa y apoyen en la mejora de los indicadores de esta área. Sobre estos aspectos se profundizará más en la sección 4.3 de este trabajo.

4.1.2 Comprensión de las Necesidades de las Partes Interesadas

La organización debe tener claro quién o quiénes conforman las partes interesadas (tanto internas como externas) y cuáles son sus necesidades y expectativas con respecto a la gestión de activos. Según ISO 55002:2020, en el inciso 4.2.2, los interesados en el ámbito interno de la organización pueden incluir: empleados de la empresa, grupos funcionales o departamentos, accionistas y propietarios. De igual forma, en el inciso 4.2.3 se mencionan algunas de las partes interesadas externas que se pueden incluir: clientes, usuarios, proveedores, contratistas, organizaciones externas, la comunidad local, instituciones financieras, aseguradores y grupos de representación, entre otras.

Los pasos más importantes para cumplir con este apartado se pueden resumir en los siguientes:

- Identificar los principales interesados, tanto internos como externos, que son pertinentes para el sistema de gestión de activos.

- Determinar los requisitos y expectativas de las partes interesadas con respecto a la gestión de activos.
- Determinar los criterios para la toma de decisiones en la gestión de activos, tomando en cuenta las necesidades de los interesados.
- Definir requisitos de los interesados con respecto al registro y documentación de la información y la comunicación entre las partes.
- Documentar e informar, tanto interna como externamente, la información necesaria para satisfacer los requisitos de los interesados.

4.1.3 Determinación de Parámetros para Definir el Alcance del SGA

En la norma ISO 55000, este apartado está orientado principalmente a definir y conocer con claridad el alcance del sistema de gestión de activos que se busca poner en práctica. Una vez que se han considerado y discernido las revisiones de su contexto actual (interno y externo) y las partes interesadas, la organización ha de definir los límites del SGA y con ello establecer el alcance.

El alcance debe ser concreto y suficientemente claro, definiendo el objeto donde se aplica (hábalese de toda la organización o una o más áreas de esta) y los diferentes procesos relacionados con ese objeto, que estarán cubiertos por la gestión de activos y sus actividades.

Adicionalmente, es importante considerar también la interacción que puede tener la gestión de activos con otros sistemas de gestión, ya que aspectos como la asignación de roles, responsabilidades y procesos de toma de decisiones pueden llegar a chocar entre sistemas, sin mencionar también que para llevar a cabo alguna de las actividades es necesaria la asignación correspondiente de los fondos y recursos pertinentes, lo cual implicaría una competencia por ver a qué área se beneficia. De ahí la importancia de priorizar estas acciones con base en un marco de toma de decisiones apropiado, que permita una evaluación integral.

Otro aspecto relevante es la definición del portafolio de activos “destino”, a los cuales irán orientadas las actividades de gestión de activos y, por ende, el alcance del SGA. El proceso de selección del portafolio de activos debe ser lo más

objetivo posible, tomando en cuenta la criticidad de estos en el desarrollo de las actividades productivas de la empresa, es decir, el valor que generan en esta.

La determinación y el conocimiento correcto de los activos permite que se pueda llevar un mayor control desde el punto de vista financiero, de mantenimiento, administrativo, de procesos y de confiabilidad a través, por ejemplo, de indicadores de gestión y de rendimiento de los activos.

En este sentido, la norma ISO 55002, en su anexo B.2.7, considera también la posible creación de diferentes carteras de activos en empresas que poseen más de una planta productiva o sede (ya sea dentro o fuera del país, como es el caso de Grupo Tical), de acuerdo con sus necesidades de gestión de activos. En estos casos se consideran las diferentes condiciones presentes en cada sitio y, con base en ello, se pueden crear distintas clases de activos bien definidas, y desarrollar estrategias diferentes para cada una, o bien, llegar a la conclusión de gestionar todo de una manera conjunta, siempre y cuando se continúe alineado con los objetivos organizacionales.

La siguiente figura brinda un ejemplo de cómo se podría abordar un caso como este:

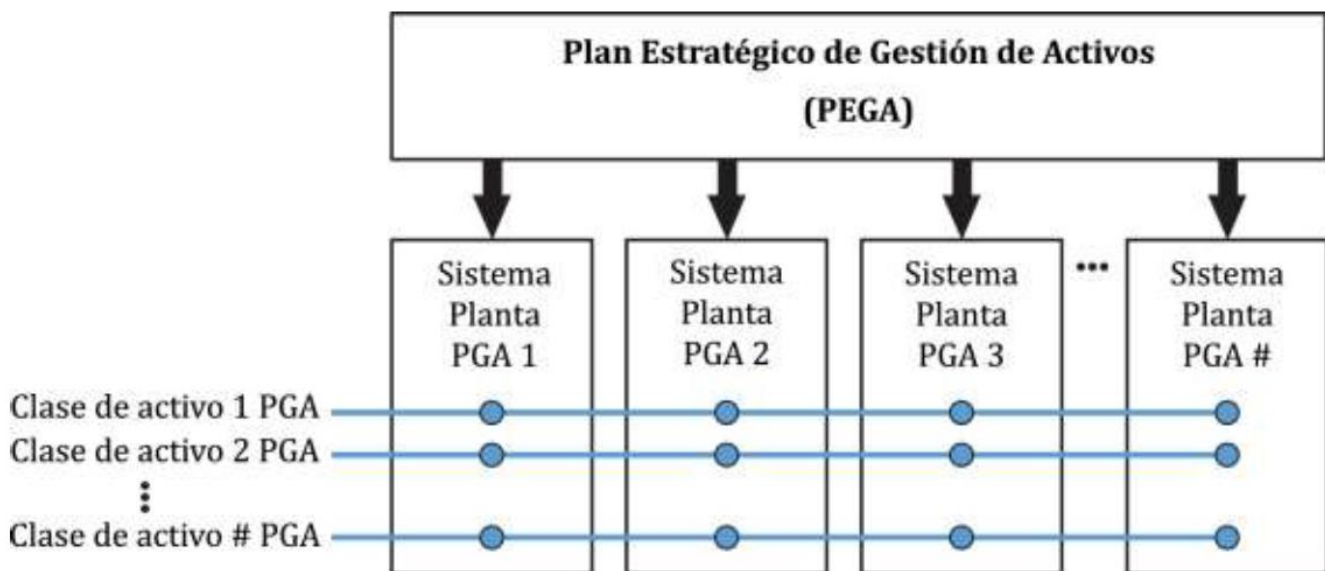


Figura 15. Ejemplo de un Modelo Integrado de Gestión de Clases de Activos

Fuente: INTE/ISO 55002:2020-Anexo B.2.7. (p. 59).

Por otra parte, hay que destacar también la importancia de contar con información documentada del portafolio de activos y los detalles referidos a ello. El alcance del SGA y cada uno de los aspectos que contiene deben estar documentados debidamente y permanecer como información disponible, para lo cual es pertinente establecer métodos de documentación y registro adecuados, que se pueden utilizar también en los demás procesos de gestión de activos.

Al formular el alcance del SGA, entonces es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los límites y aplicabilidad del SGA, tomando en cuenta aspectos técnicos, financieros y legales que puedan afectar.
- Considerar los aspectos internos y externos del contexto actual y la interacción con otros sistemas de gestión, si corresponde.
- La cartera de activos que será cubierta por el alcance del SGA, considerando su relevancia para el proceso productivo de la empresa.
- Los métodos de documentación del alcance tal, que estén siempre disponibles como información documentada que pueda ser utilizada en cualquier momento, para esclarecer la visión sobre los procesos de gestión de activos.

Seguidamente, se adjunta un diagrama de flujo, donde se puede observar, de manera resumida, el procedimiento a seguir en cuanto al contexto de la organización y los diferentes puntos que abarca este apartado, según la norma ISO 55000.

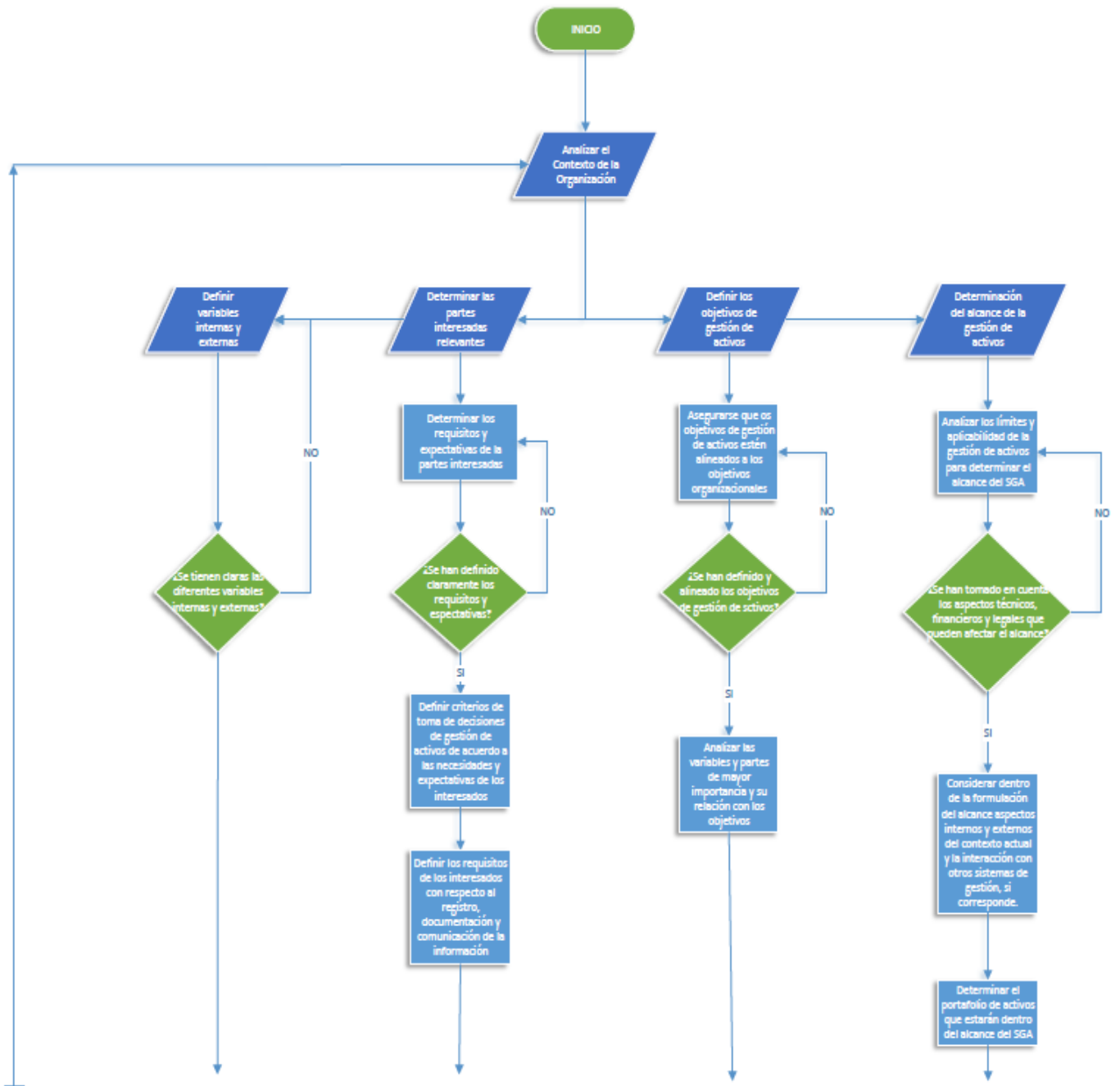


Figura 16. Diagrama de Proceso-Contexto de la Organización del SGA (Parte 1)

Fuente: Elaboración Propia (2022).

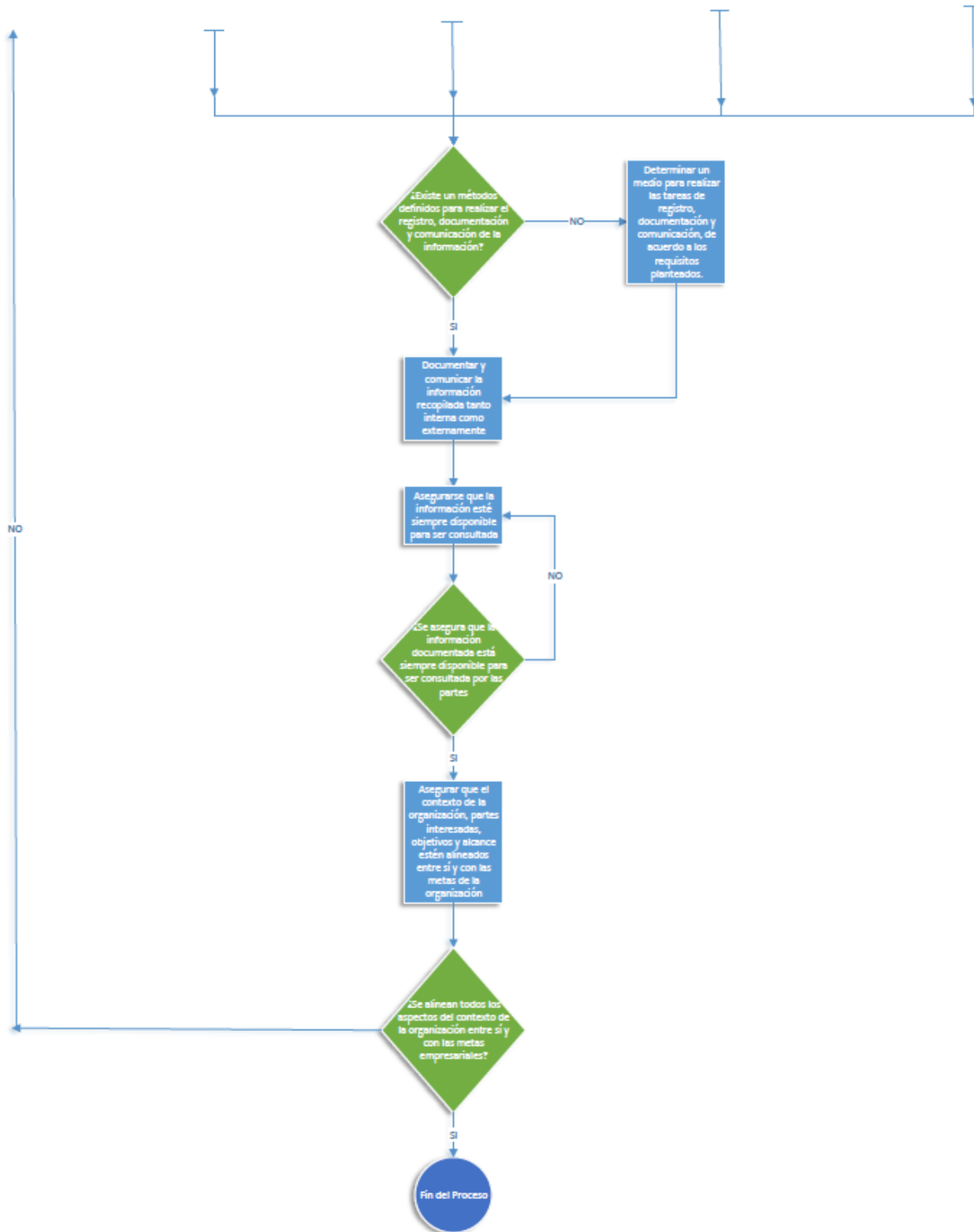


Figura 17. Diagrama de Proceso-Contexto de la Organización del SGA (Parte 2)

Fuente: Elaboración Propia (2022).

4.2 Cláusula 5: Liderazgo

4.2.1 Requisitos de Liderazgo y Compromiso de la Alta Dirección

Luego de conocer el contexto actual de la organización, estableciendo una línea base sobre la cual empezar a trabajar en la gestión de activos, el siguiente punto en la norma ISO 55000 lleva a hacer énfasis en la responsabilidad que posee la Alta Dirección sobre esta actividad, y el grado de liderazgo que debe asumir frente a los retos que se presenten en el camino.

El involucramiento de la Alta Dirección, en el desarrollo de la política y objetivos de la gestión de activos, es de vital importancia para lograr la simetría que se busca entre estos dos puntos y los objetivos organizacionales, además de procurar, también, que se puedan integrar con la política y objetivos de otros sistemas de gestión. El liderazgo que debe demostrar la alta dirección debe influir en la cultura interna organizacional, de forma que se impulse una conciencia positiva hacia el buen desempeño del sistema de gestión de activos.

Este apartado de la norma ciertamente podría considerarse un tanto “político”, ya que se enfoca en el accionar propio de la empresa a nivel interno por parte de los altos mandos, pero orientado por otra parte, también, a medir la capacidad de estos para alcanzar sus objetivos de gestión de activos con base en su liderazgo. Bajo este marco, es importante aclarar que el hecho de influir directamente, o cambiar la cultura organizacional y la manera en que actualmente trabajan los altos mandos en la empresa, es algo que no está dentro del alcance de este trabajo, pues son asuntos que conllevan procesos internos que requieren tiempo y deben realizarse sobre la marcha, a medida que se avanza con el procedimiento. El trabajo más bien tiene la finalidad de brindar las pautas a seguir para cumplir con los requisitos establecidos, ayudando en la organización y el funcionamiento interno, para generar valor y sinergia organizacional.

En el caso de este apartado, la norma ISO 55001, en la sección 5.1, brinda los requisitos que debe tener la alta dirección en cuanto a su liderazgo en la gestión de activos. En la siguiente tabla se puede visualizar un resumen de estos requisitos, categorizados según el nivel de acción que se requiere por parte de las gerencias.

Tabla 7. Requisitos para la Alta Dirección con respecto a la Gestión de Activos

Nivel de Acción	Requisitos	Recomendaciones
Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurarse de que la política, los objetivos y los planes de acción de la gestión de activos sean compatibles con los objetivos organizacionales. ➤ Asegurar la integración de los requisitos del SGA dentro de los procesos de negocio de la organización. ➤ Asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios. ➤ Asegurarse de que el enfoque utilizado para la gestión del riesgo en la gestión de activos esté alineado con el enfoque de gestión de riesgo de la organización. 	<p>Luego de establecer los requisitos del SGA y asegurar su alineamiento con los objetivos organizacionales, se debería generar un plan de trabajo, donde se comunique al personal involucrado estos requisitos y su importancia. Se debe establecer el rol de cada uno y crear conciencia del trabajo en conjunto. Es recomendable elaborar indicadores de cumplimiento de las metas establecidas.</p>
Dirección	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comunicar la importancia de la gestión eficaz de activos y de su conformidad con los requisitos del SGA. ➤ Dirigir y apoyar a las personas para contribuir a la eficacia del SGA. ➤ Apoyar otras funciones de gestión pertinentes, para demostrar cómo se aplica su liderazgo en sus respectivas áreas de responsabilidad. 	<p>Se pueden crear áreas de trabajo donde se pueda generar un lazo cooperativo entre sí, incentivar el trabajo eficaz mediante recompensas a metas comunes. Generar un diagrama de Gantt, que muestre las actividades a realizar, acompañado de las metas a alcanzar y los indicadores asociados.</p>
Seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Promover la colaboración multifuncional dentro de la organización. ➤ Asegurarse de que el SGA logre los resultados propuestos. ➤ Promover la mejora continua. 	<p>Se debe impulsar la mejora en todas las áreas en que se considere necesaria, realizando tareas de revisión y evaluación del desempeño de las actividades y del personal.</p>

Fuente: Elaboración Propia (2022). (Basado en ISO 55001, sección 5.1, p. 8).

4.2.2 Requerimientos para Establecer la Política

Con respecto a la creación de la política de gestión de activos, la ISO 55001 establece ciertos parámetros a considerar, con tal de que sea lo más clara posible y pueda establecer el marco adecuado para el desarrollo de los objetivos del SGA.

La finalidad de establecer una política de gestión de activos es plasmar, en un enunciado breve, los principios mediante los cuales la organización se propone aplicar la gestión de activos. La política de gestión de activos puede llegar a integrarse junto con otras políticas de gestión, para lograr los objetivos organizacionales.

Los requerimientos que la norma pide para establecer la política se resumen a continuación:

- Debe ser coherente con los planes organizacionales y otras políticas.
- Adecuarse a la escala de los activos y operaciones de la organización.
- Comunicarse dentro de la organización y estar disponible como información documentada.
- Ser implementada, revisada de manera periódica y en caso de ser necesario, actualizada.

En el caso de Grupo Tical, actualmente se encuentra en proceso de desarrollo una Política integrada del sistema de gestión ISO 14001-45001⁷ a la cual se podría integrar perfectamente la ISO 55000, ya que los requisitos que se deben cumplir son muy similares y pueden alinearse con los objetivos de gestión de activos.

4.2.3 Roles y Responsabilidades para la Gestión de Activos

El establecimiento de roles y responsabilidades en la gestión de activos es de suma importancia, porque permite organizar y coordinar todo lo referente a las funciones que corresponderían a cada uno de los involucrados en el área. Por otra parte, permite minimizar la evasión de responsabilidades en caso de una disrupción por parte del personal a cargo, y minimiza el tiempo de acción ante la necesidad de toma de decisiones, al conocer el papel que desempeña cada quien en esta tarea. La alta dirección debe, pues, asegurar que la responsabilidad y autoridad de los roles pertinentes se asigne y comunique dentro de la organización.

⁷ Refiérase al anexo 2.

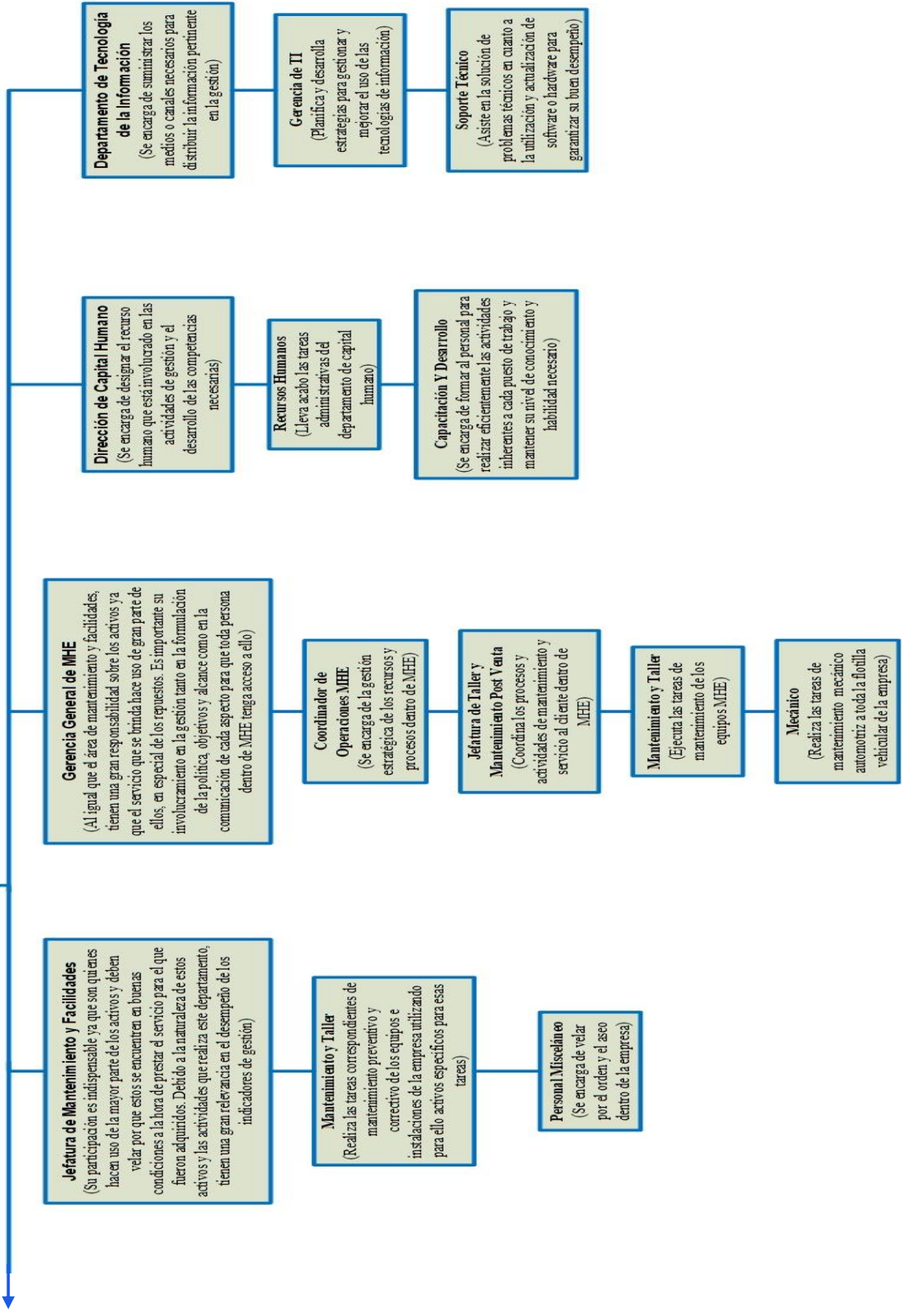
Es importante también tomar en cuenta las competencias, capacidades y experiencia del personal o grupos de trabajo, en cuanto a sus roles a desempeñar con tal de que se maximice la eficiencia del recurso humano.

Los requisitos que la alta gerencia debe cumplir en este apartado se resumen a continuación:

- Establecer, asignar y comunicar las responsabilidades para los roles relevantes a la gestión de activos.
- Asignar la autoridad y responsabilidad para el establecimiento y la actualización del plan estratégico de gestión de activos.
- Asignar la autoridad y responsabilidad para asegurarse del cumplimiento de los requisitos de la normativa, la idoneidad y la eficacia del SGA.
- Asignar la autoridad y responsabilidad para informar sobre el desempeño del SGA.
- Crear y mantener actualizado un organigrama jerárquico de la organización.

Seguidamente, se muestra la propuesta de un organigrama de responsabilidades para la gestión de activos, basado en el organigrama jerárquico actualmente existente en Grupo Tical, dentro de su sede ubicada en Río Segundo, Alajuela. Cabe destacar que este puede adaptarse al organigrama jerárquico de las demás sedes, o bien, diseñar uno que abarque todo el holding empresarial, según se pueda llegar a valorar al momento de implementar completamente el sistema de gestión.

Gerencia General Regional
(Realiza la planeación estratégica y es la autoridad máxima a nivel regional, por lo que su participación en el liderazgo de la gestión de activos es importante. Es quien ha de realizar la revisión por parte de la dirección)



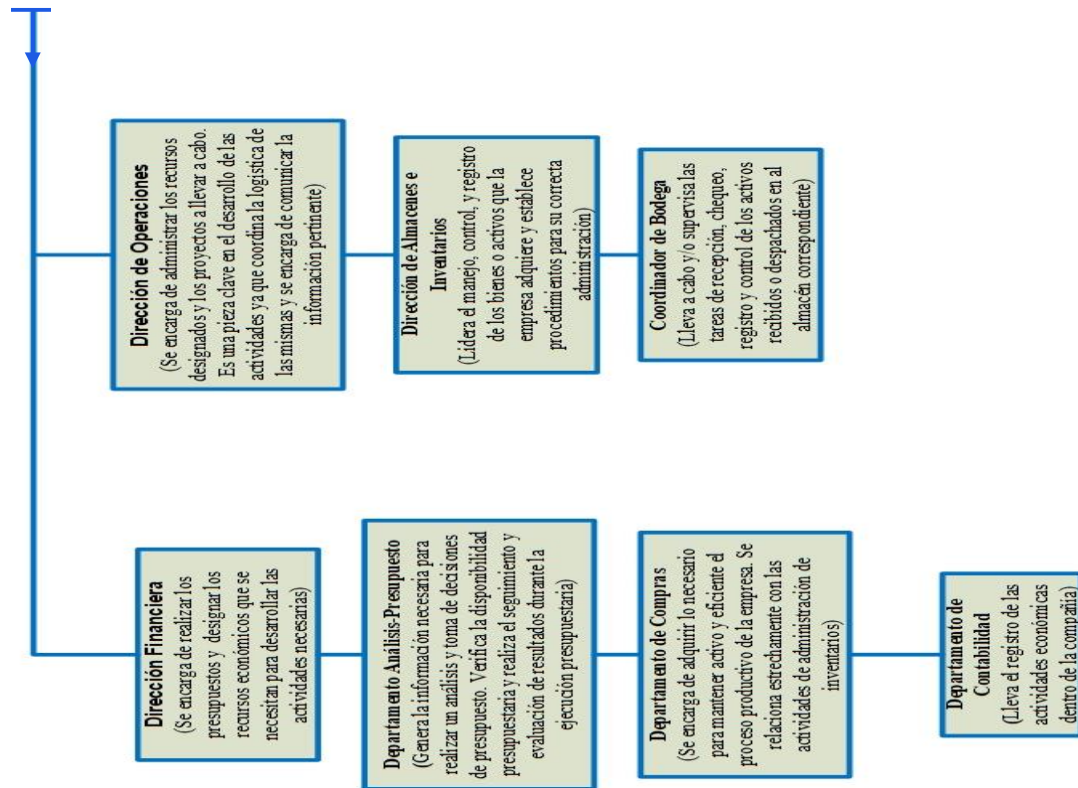


Figura 18. Organigrama de Roles y Responsabilidades propuesto para la Gestión de Activos
Fuente: Elaboración Propia (2022).

4.3 Cláusula 6: Planificación

La etapa de planificación, en un sistema de gestión de activos, consta de determinar las actividades necesarias a llevar a cabo para lograr los objetivos propuestos para la gestión de activos. Para ello, se debe considerar tanto el contexto en el que vive la organización como las expectativas de todas las partes interesadas, para determinar los riesgos y oportunidades que necesitan ser abordados, con el propósito de lograr el resultado esperado. En cuanto al desarrollo de este trabajo, en esta sección se realizará un análisis del historial de activos del área de repuestos y suministros de la empresa, con el fin de hacer la selección de la muestra que se utilizará en la elaboración del plan piloto de la propuesta. Además, se propondrá y calculará una serie de indicadores a utilizar para el control de estos activos, amén de otras herramientas útiles en la gestión de inventarios, abarcando los riesgos y oportunidades que conllevan estas actividades. El resultado del desarrollo de esta sección supondrá los pasos a seguir, para planificar y alcanzar los objetivos de gestión del sistema de gestión de activos.

4.3.1 Definición de los criterios y selección de la muestra inicial de activos

Antes de proceder con el estudio del historial completo de activos, a los cuales en principio se les llamará “población total de activos”, es necesario definir los criterios bajo los cuales se determinará su importancia para el análisis. Como se describió en la tabla 5 del marco metodológico, se utilizarán ciertos indicadores que son considerados por la empresa como relevantes para sus intereses, los cuales son: consumo promedio, utilidad generada, valor actual en libros y lead time. Ahora bien, al tener estos indicadores claros, se debe definir un criterio que ayude a valorar si el resultado que se obtiene es crítico o poco relevante para facilitar la selección. Para realizar este procedimiento, se utilizará la clasificación ABC que la empresa emplea actualmente, a través de la cual se puede visualizar la relevancia que posee cada activo según los parámetros indicados.

La empresa posee dos categorías ABC principales para clasificar sus activos. Estos coinciden con tres de los indicadores de selección que se mencionaron anteriormente: consumo promedio, valor en libros (valor acumulado en inventario) y utilidad generada (participación en venta/valor de venta).

Con respecto a los primeros dos parámetros, se deben considerar en unanimidad, ya que están estrechamente relacionados. Primeramente, se debe tomar en cuenta que la empresa posee una cantidad total monetaria de ₡137 404 765.52, correspondiente al peso total del inventario de la bodega de repuestos y suministros. Cada activo, por consiguiente, tiene un porcentaje de participación en ese peso total, de manera que aquellos que representan una parte entre el 85% más alto de valor acumulado se categorizan como A, los que representan un 15% del total se categorizan como B, y los que representan el 5% restante del valor total son categoría C, lo cual es una de las aplicaciones más sencillas de este tipo de clasificación.

Acá es donde el valor del consumo promedio entra en juego, junto con otros datos relevantes, como la cantidad de stock disponible y la proyección del tiempo de cobertura de este, porque estos otros indicadores complementan y justifican el valor monetario que se tiene en inventario. Se puede tener, por ejemplo, un artículo cuyo valor acumulado es elevado, su disponibilidad y cobertura pueden ser altas debido a que hay gran cantidad de existencias en stock, pero su consumo es bajo o del todo no se consume por periodos prolongados. El artículo, en efecto, poseerá una participación importante en el peso total del inventario, pero gran parte de ese porcentaje será ocioso y no genera valor, es decir, ese valor representaría el exceso de esa parte del inventario. Este activo sería considerado dentro de la muestra seleccionada, ya que representa un punto de mejora. El siguiente gráfico da una idea más clara de esta clasificación en proporción:

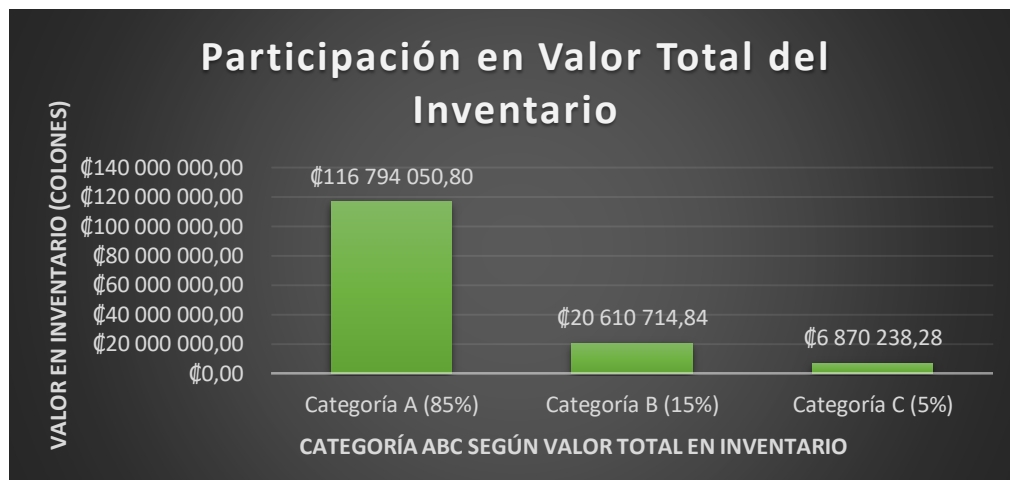


Gráfico 9. Participación de los Activos en Peso Total del Inventario (ABC Valor Acumulado)
Fuente: Elaboración Propia (2022).

La segunda categorización ABC que se tiene, como se mencionó, respecta a la utilidad generada. Nuevamente se debe considerar el valor total de ventas anuales que generan estos activos, el cual es de ₡158 947 495.96. De manera muy similar al caso anterior, los activos que tienen hasta un 85% de participación en ventas son clase A, los que representan hasta un 15% son B y los que poseen hasta un 5% son C. Esta participación se determina de acuerdo con el número de ventas que tiene cada artículo y el valor generado en esas ventas, en un periodo de doce meses con respecto al valor total de ventas mencionado anteriormente. Esta información se puede visualizar en el siguiente gráfico, en proporción:

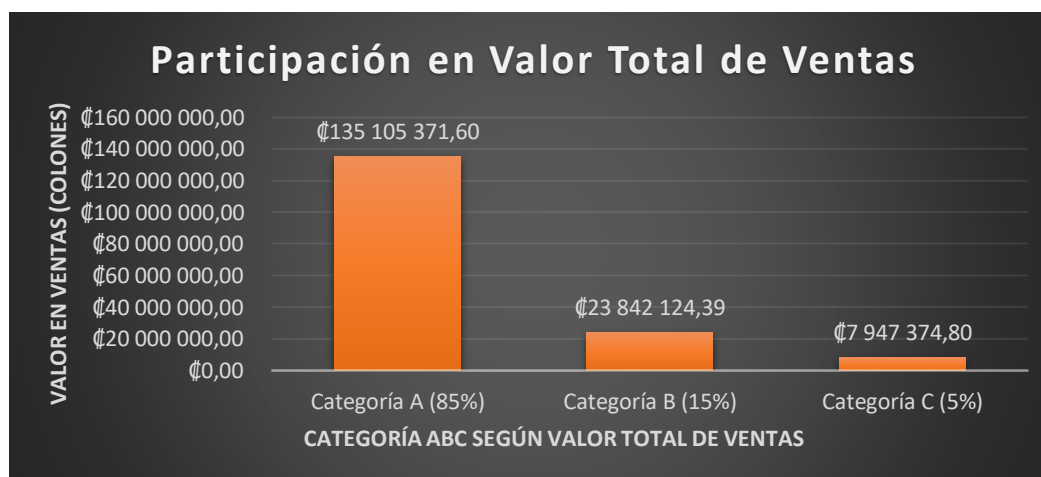


Gráfico 10. Participación de los Activos en el Valor de Total de Ventas (ABC Utilidad Generada)
Fuente: Elaboración Propia (2022).

El tiempo de entrega no está categorizado dentro de una clasificación ABC, pero se conoce que, para los pedidos que se realicen a un proveedor dentro del territorio nacional, este será de siete días hábiles, mientras que para los pedidos que se deban traer desde un proveedor en el extranjero (los cuales representan la gran mayoría y provienen principalmente de Alemania y U.S.A.) será de 22 días hábiles.

Por otra parte, los datos que se van a analizar están contenidos en una hoja de Excel, donde el coordinador de la bodega lleva registro y control de los diversos ítems y se tienen categorizados bajo los criterios ABC descritos. La selección inicial se lleva a cabo por medio de la utilización de filtros en el propio archivo, para reducir y delimitar el tamaño de la población de estudio, descartando así elementos de poca relevancia para el análisis.

Para filtrar correctamente la población, se plantean los siguientes criterios de prioridad:

- La primera prioridad la tienen los activos que presenten un valor acumulado alto en contraste con su promedio de consumo, es decir, activos con baja rotación y con participación importante en el peso total del inventario.
- La segunda prioridad toma en cuenta los datos de disponibilidad y cobertura del stock, considerando aquellos con cifras más altas que, en contraste con su nivel de consumo, muestran un posible estancamiento o exceso de inventario.
- Para la tercera prioridad se analizará la participación en ventas de los activos que ya han pasado por los dos primeros filtros. En este caso, se considerarán los artículos cuya utilidad generada por sus ventas sea baja y/o no posea tanto margen entre el valor acumulado y el valor vendido, lo cual se considerará un efecto directo de su estancamiento.
- Por último, la cuarta prioridad la tendrán aquellos ítems que presenten mayor dificultad de adquisición, es decir, que su proveedor sea

extranjero y, por ende, exista un lead time mayor, por lo que su reabastecimiento, en caso de ser necesario, conllevaría más tiempo.

4.3.2 Resultados de la primera selección de activos a partir de los criterios de prioridad

A continuación, se muestra el resultado de la selección inicial:

Código	Descripción	Disponibilidad	Consumo Prom.	Cobertura al Mes	Precio Unitario	Valor Acum. Actual	Peso %	% Acum.	ABC Act.	Precio VTIFP	Valor venta 12 meses	Peso %	% Acum.	ABC / ver	Condición último mes	Proveed.	
4	5202354	NEUMATICO SUPER ELASTICOS	20	-	#DIV/0!	€ 334 702.26	€ 6 694 045.27	4.56%	4%	A	€ 435 112.94	€ -	0%	#VALOR!	C	PTO	Junheinnit
5	A52041474	RUEDAS DE CARGA TRILA	8	-	#DIV/0!	€ 527 356.95	€ 4 218 855.60	2.87%	7%	A	€ 685 564.04	€ -	0%	#VALOR!	C	PTO	Junheinnit
7	51420555	RUEDA TRACCION SIN ARO ETR335D	9	2	4.5	€ 356 671.53	€ 3 210 043.77	2.19%	28%	A	€ 463 672.99	€ 11 128 151.74	7%	7%	A	Vende	Junheinnit
8	51680018	TUBO FLEXIBLE	23	3	8.4	€ 132 764.52	€ 3 053 583.96	2.08%	31%	A	€ 172 593.88	€ 6 040 735.66	4%	11%	A	Vende	Junheinnit
9	51370659	SOPORTE	2	-	#DIV/0!	€ 1 203 686.90	€ 2 407 373.80	1.64%	12%	A	€ 1 564 732.97	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
10	51331356	NEUMATICOS SUPER ELASTICOS	14	0	56.0	€ 164 623.36	€ 2 304 726.97	1.57%	13%	A	€ 214 010.36	€ 428 020.72	0%	11%	A	Vende	Junheinnit
11	51283932	EJE	10	-	#DIV/0!	€ 190 445.68	€ 1 904 456.80	1.30%	18%	A	€ 247 579.38	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
12	51342246	TRONCO DE CABLES	1	-	#DIV/0!	€ 1 811 447.05	€ 1 811 447.05	1.23%	100%	C	€ 2 354 881.17	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
13	51406028	CONTACTOR ETR335D	10	-	#DIV/0!	€ 161 192.36	€ 1 611 923.58	1.10%	21%	A	€ 209 550.07	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
14	51333107	CABLES DE BATERIA	8	-	#DIV/0!	€ 198 035.16	€ 1 584 281.28	1.08%	22%	A	€ 257 445.71	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
15	51193411	BOTOMERAS DE MANGO DE AGARRECCR	2	-	#DIV/0!	€ 780 222.36	€ 1 560 444.71	1.06%	23%	A	€ 1 014 289.06	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
16	A5447717	RUEDA SUPERELASTICA	6	-	#DIV/0!	€ 246 963.57	€ 1 481 781.41	1.01%	24%	A	€ 321 052.64	€ -	0%	11%	C	PTO	Junheinnit
17	51416484	LLANTA CASTER	9	3	2.9	€ 159 833.83	€ 1 439 884.47	0.97%	33%	A	€ 206 930.98	€ 7 227 849.27	5%	16%	A	Vende	Junheinnit
18	A51447402	RUEDA SUPERELASTICO 700 X12	4	-	#DIV/0!	€ 346 834.54	€ 1 387 335.14	0.94%	25%	A	€ 450 884.30	€ -	0%	16%	C	PTO	Junheinnit
20	51589121	TUBO FLEXIBLE	18	1	36.0	€ 70 781.26	€ 1 274 062.67	0.87%	20%	A	€ 92 015.64	€ 920 156.38	1%	1%	A	Vende	Junheinnit
21	51370658	SOPORTE	1	-	#DIV/0!	€ 1 258 389.20	€ 1 258 389.20	0.86%	15%	A	€ 1 635 905.96	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
22	52023918	NEUMATICOS SUPER ELASTICOS	6	-	#DIV/0!	€ 202 760.31	€ 1 216 561.85	0.83%	30%	A	€ 263 588.40	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
23	51237318	RUEDAS DE CARPETILLA PEQUENAS COM	31	-	#DIV/0!	€ 38 884.21	€ 1 205 410.51	0.82%	29%	A	€ 50 549.47	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
24	51594967	MOTOR DE MARCHA 24VXK	1	-	#DIV/0!	€ 1 126 202.09	€ 1 126 202.09	0.77%	32%	A	€ 1 464 062.72	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
25	51339976	EJES RUEDAS DE CARGA ETR335D	11	0	88.0	€ 99 025.87	€ 1 089 284.58	0.74%	33%	A	€ 128 733.63	€ 772 401.80	0%	1%	A	Vende	Junheinnit
26	51406625	TUBO FLEXIBLE	6	-	#DIV/0!	€ 173 775.55	€ 1 042 853.27	0.71%	68%	A	€ 225 908.21	€ -	0%	1%	B	PTO	Junheinnit
27	51106257	RUEDAS DE CARGA CON ARO ETV	9	-	#DIV/0!	€ 114 094.52	€ 1 026 850.72	0.70%	34%	A	€ 148 322.88	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
28	51062370	CONTROL DE ACCIONAMIENTO EJE	1	-	#DIV/0!	€ 999 944.02	€ 999 944.02	0.68%	35%	A	€ 1 299 927.23	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
29	51234802	ARNE COMPLETOS SIN OPCION CAMARA	4	-	#DIV/0!	€ 242 404.85	€ 969 619.40	0.66%	37%	A	€ 316 126.31	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
30	51642386	PLATINA INTERFASE MCFM MASTER	1	0	2.7	€ 969 547.55	€ 969 547.55	0.66%	42%	A	€ 1 260 411.82	€ 3 781 235.45	2%	3%	A	Vende	Junheinnit
31	52027703	NEUMATICOS SUPERELASTICOS	2	-	#DIV/0!	€ 484 613.13	€ 969 226.26	0.65%	37%	A	€ 628 937.07	€ -	0%	3%	C	PTO	Junheinnit
32	51723373	MULTIPLIOT JOYSTICK DE ETR335D (antes E	14	1	2.0	€ 964 938.00	€ 964 938.00	0.65%	9%	A	€ 1 254 419.40	€ 5 017 677.60	3%	3%	A	Vende	Junheinnit
33	51338845	ANTIFAZ RUEDAS DE CARGA ETR335D	2	1	28.0	€ 66 229.05	€ 927 206.00	0.63%	31%	A	€ 86 097.76	€ 344 391.05	0%	3%	A	Vende	Junheinnit
34	52041025	RUEDA DE TRACCION EXX	3	-	#DIV/0!	€ 307 934.83	€ 923 804.50	0.63%	38%	A	€ 400 315.28	€ -	0%	3%	C	PTO	Junheinnit
35	51288726	CHAPA DISTANCIADORA DEL MASTIL	20	-	#DIV/0!	€ 45 034.07	€ 900 681.40	0.61%	39%	A	€ 58 544.29	€ -	0%	3%	C	PTO	Junheinnit
36	A51200353	RUEDA ECR SIN ARO, TRACCION TRANSIL	11	1	12.6	€ 79 149.23	€ 870 641.53	0.59%	25%	A	€ 102 894.00	€ 1 028 939.99	1%	4%	A	Vende	Junheinnit
37	51044886	CARTUCHO DE FILTRO HIDRAULICO TFGD0	19	1	15.2	€ 45 571.98	€ 865 867.66	0.59%	27%	A	€ 59 249.58	€ 651 679.34	0%	4%	B	Vende	Junheinnit
38	51307870	MANGUERA LARGA ACCESORIOS ETR 450	6	1	4.8	€ 140 339.69	€ 842 038.14	0.57%	46%	A	€ 182 441.60	€ 3 466 390.34	2%	7%	A	Vende	Junheinnit
39	51180036	CASQUILLO CENTRADOR	22	-	#DIV/0!	€ 37 462.04	€ 824 164.88	0.56%	41%	A	€ 48 700.65	€ 48 700.65	0%	7%	C	PTO	Junheinnit
40	51369735	RUEDAS CARGA APILADOR ETR335D CON	10	8	1.3	€ 81 817.32	€ 818 179.20	0.56%	26%	A	€ 106 363.30	€ 9 040 880.16	6%	12%	A	Vende	Junheinnit
41	51285116	VIDRIO PROTECTOR ETR	4	-	#DIV/0!	€ 200 238.49	€ 800 953.94	0.55%	43%	A	€ 260 310.03	€ 260 310.03	0%	12%	B	PTO	Junheinnit
42	51387011	PULSADOR ETR	4	0	32.0	€ 198 706.48	€ 794 825.92	0.54%	36%	A	€ 258 318.42	€ 258 318.42	0%	13%	B	Vende	Junheinnit
43	A51172558	LINEA DE MANDO	5	-	#DIV/0!	€ 144 619.32	€ 723 096.93	0.49%	35%	A	€ 188 005.11	€ 376 010.22	0%	13%	A	PTO	Junheinnit
49	A51347596	SENSOR MATIL ETR	2	-	#DIV/0!	€ 334 739.76	€ 669 479.51	0.46%	47%	A	€ 435 811.88	€ -	0%	13%	C	PTO	Junheinnit
51	51351613	FUSIBLE 500AM	7	-	#DIV/0!	€ 94 972.01	€ 664 804.05	0.45%	47%	A	€ 123 463.61	€ -	0%	13%	C	PTO	Junheinnit
50	52011962	ROLES DE BASE DE PISTON DFG 435	15	-	#DIV/0!	€ 43 819.90	€ 657 298.45	0.45%	41%	A	€ 56 965.87	€ 284 829.33	0%	14%	B	PTO	Junheinnit
54	51065118	RUEDA	30	-	#DIV/0!	€ 21 421.50	€ 642 644.98	0.44%	42%	A	€ 27 847.95	€ 278 479.49	0%	0%	B	PTO	Junheinnit
55	51404121	FILTRO HIDRAULICO ETR335D	18	2	9.0	€ 35 534.95	€ 639 629.10	0.44%	72%	A	€ 46 195.44	€ 831 517.83	1%	1%	A	Vende	Junheinnit
56	51404060	GUIA DE VASTAGO	3	-	#DIV/0!	€ 208 972.87	€ 626 918.61	0.43%	43%	A	€ 271 664.73	€ 271 664.73	0%	1%	B	PTO	Junheinnit
57	51371613	FILTRO DE AIRE TFG320	40	1	40.0	€ 16 470.11	€ 658 804.40	0.42%	44%	A	€ 20 111.14	€ 201 111.43	0%	1%	B	Vende	Junheinnit
58	A51300712	MANGUERA TFG	25	1	25.0	€ 23 951.91	€ 598 797.75	0.41%	40%	A	€ 31 137.48	€ 280 237.35	0%	1%	B	Vende	Junheinnit
53	A51402720	RETENEDOR CILINDROS	5	-	#DIV/0!	€ 115 219.63	€ 576 096.15	0.39%	52%	A	€ 149 785.52	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
60	A51254528	ROLLES RUEDAS DE CARGA	4	0	32.0	€ 143 198.80	€ 572 795.19	0.39%	53%	A	€ 186 158.44	€ 186 158.44	0%	1%	B	Vende	Junheinnit
61	51024106	NEUMATICO EFG	5	-	#DIV/0!	€ 114 264.32	€ 571 321.62	0.39%	53%	A	€ 148 543.62	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinnit
62	51372633	JUEGO DE EMPAQUES PISTON DE DIRECCI	9	0	72.0	€ 61 066.70	€ 549 600.33	0.37%	50%	A	€ 79 386.71	€ 79 386.71	0%	1%	C	Vende	Junheinnit
63	51351954	FUSIBLE 2000 AM/0V ETR	5	0	40.0	€ 109 884.25	€ 549 321.25	0.37%	49%	A	€ 142 623.53	€ 285 247.05	0%	2%	A	Vende	Junheinnit
64	51404070	VALVULA CHEK ETR PISTON CENTRAL	9	1	18.0	€ 60 627.08	€ 545 643.70	0.37%	45%	A	€ 78 815.20	€ 315 260.80	0%	2%	B	Vende	Junheinnit
65	51305830	ROLES DE TORPE ETR335D	18	-	#DIV/0!	€ 29 148.29	€ 524 669.16	0.36%	56%	A	€ 37 882.77	€ -	0%	2%	C	PTO	Junheinnit
66	52021957	NEUMATICOS SUPER ELASTICOS SIN ARO	2	0	8.0	€ 261 955.39	€ 523 910.78	0.36%	56%	A	€ 340 542.01	€ 1 362 168.03	1%	3%	A	Vende	Junheinnit
67	51406340	PIEZA DESLIZANTE	14	0	112.0	€ 36 676.14	€ 513 465.92	0.35%	54%	A	€ 47 678.98	€ 47 678.98	0%	3%	C	Vende	Junheinnit
68	51402670	JUEGO EMPAQUETADURAS	4	-	#DIV/0!	€ 127 984.69	€ 511 938.76	0.35%	58%	A	€ 166 380.10	€ -	0%	3%	C	PTO	Junheinnit
70	51260975	SENSOR	4	0	10.7	€ 125 881.78	€ 503 527.11	0.34%	87%	B	€ 163 646.31	€ 981 877.86	1%	4%	A	Vende	Junheinnit
71	51284990	CHAPA DISTANCIADORA	16	1	16.0	€ 30 262.46	€ 484 199.36	0.33%	50%	A	€ 39 341.20	€ 629 453.17	0%	4%	A	Vende	Junheinnit
72	51409536	KIT DE SELLOS SUPERIOR	16	0	64.0	€ 29 953.22	€ 479 251.58	0.33%	55%	A	€ 38 939.19	€ 77 878.38	0%	4%	C	Vende	Junheinnit
73	51061652	CARTUCHO FILTRANTE G01389Q EXX	10	-	#DIV/0!	€ 44 889.16	€ 448 891.60	0.31%	61%	A	€ 58 355.91	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinnit
74	51254487	EJE DE SOPORTE DE EJE PRINCIPAL DFG4	8	-	#DIV/0!	€ 55 001.31	€ 440 010.51	0.30%	61%	A	€ 71 501.71	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinnit
76	50432647	RUEDA	11	3	3.5	€ 39 798.19	€ 437 780.09	0.30%	63%	A	€ 51 737.65	€ 2 017 768.23	1%	6%	A	Vende	Junheinnit
77	50448218	PARTE DESLIZANTE DE SIOESSHF ETR	14	1	28.0	€ 31 044.04	€ 434 616.96	0.30%	49%	A	€ 40 357.25	€ 242 143.51	0%	6%	B	Vende	Junheinnit
78	A51607943	CABLE ARNES	4	-	#DIV/0!	€ 434 517.37	€ 434 517.37	0.30%	62%	A	€ 564 872.58	€ -	0%	6%	C	PTO	Junheinnit
79	51345543	JUEGO DE CABLES	1	0	32.0	€ 105 235.25	€ 420 906.80	0.29%	35%	A	€ 136 794.65	€ 136 794.65	0%	6%	B	Vende	Junheinnit
80	51043754	RUEDAS DE CARGA CARPETILLA ECR322	9	1	12.0	€ 46 456.45	€ 418 108.07	0.28%	58%	A	€ 60 333.39	€ 604 327.26	0%	6%	A	Vende	Junheinnit
81	51651374	LUZ ESTROBOSCOPICA ETR335D (antes 51R	3	0	8.0	€ 135 572.25	€ 406 716.75	0.28%	64%	A	€ 176 243.93	€ 704 975.70	0%	7%	A	Vende	Junheinnit
82	51374614	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	14	-	#DIV/0!	€ 29 718.05	€ 402 052.70	0.27%	64%	A	€ 37 333.47	€ -	0%	7			

3	Codig	Descripcion	Disponib	Consumo Prom	Cobertura %	Precio Unitario	Valor Acum Act	Peso %	% Acum	ABC Act	Precio VT	Valor venta 12 meses	Peso %	% Acum	ABC / ver	Condicion ultimo mes	Provedor
98	5135156	INTERRUPTOR DE ASIENTO	3		#DIV/0!	€ 113 878,12	€ 341 634,36	0,23%	51%	A	€ 149 041,66	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
99	51548216	SERVOMECANISMO ORBITROL DE TFG DM	1		#DIV/0!	€ 341 237,31	€ 341 237,31	0,23%	63%	A	€ 443 808,50	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
101	52023510	COJINETE DE PENDULO	10		#DIV/0!	€ 33 162,46	€ 331 524,55	0,23%	69%	A	€ 43 098,19	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
102	51326508	FILTER FUEL DIESEL METALICO	12	0	96,0	€ 27 525,68	€ 330 308,16	0,22%	67%	A	€ 35 783,38	€ 71 566,77	0%	1%	C	Vende	Junheinn
103	52032369	CONTACTOR EKX19K	3	0	24,0	€ 10 000,00	€ 303 000,00	0,22%	88%	B	€ 143 000,00	€ 143 000,00	0%	1%	B	Vende	Junheinn
104	A51206250	COMBINADOR	1		#DIV/0!	€ 313 393,40	€ 313 393,40	0,21%	69%	A	€ 407 411,42	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
105	51362282	TERMOSTATO	3		#DIV/0!	€ 103 138,00	€ 309 414,00	0,21%	89%	B	€ 134 079,40	€ 134 079,40	0%	2%	B	PTO	Junheinn
106	51355263	JUEGO DE CABLES	2		#DIV/0!	€ 163 603,59	€ 307 207,18	0,21%	69%	A	€ 199 684,67	€ -	0%	2%	C	PTO	Junheinn
107	A51672232	NEUMÁTICO	2		#DIV/0!	€ 151 812,89	€ 303 625,77	0,21%	70%	A	€ 197 366,75	€ -	0%	2%	C	PTO	Junheinn
108	50461000	RUEDA MOTRIZ EREZ26	4	2	2,5	€ 75 467,81	€ 301 871,24	0,21%	47%	A	€ 36 108,16	€ 2 354 595,67	1%	3%	A	Vende	Junheinn
109	51326212	ABANICO ETR 3W	2		#DIV/0!	€ 150 804,10	€ 301 608,20	0,21%	51%	A	€ 196 045,33	€ 392 050,66	0%	3%	A	PTO	Junheinn
112	51387013	TECLA SENAL DE AVISO	4	0	32,0	€ 73 859,47	€ 295 437,88	0,20%	65%	A	€ 95 017,31	€ 36 017,31	0%	4%	C	Vende	Junheinn
113	A51706549	PEDAL DE ACCELERADOR	2		#DIV/0!	€ 146 537,47	€ 293 074,93	0,20%	70%	A	€ 191 018,70	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
114	A51372624	V2STAGO DE ?BOLQ 528MM	1		#DIV/0!	€ 292 416,95	€ 292 416,95	0,20%	70%	A	€ 380 142,04	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
115	51361846	REGULADORPLACA DIODOS	2		#DIV/0!	€ 146 203,12	€ 292 406,24	0,20%	70%	A	€ 190 064,06	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
116	51300513	ROLES CARRO	13		#DIV/0!	€ 22 306,89	€ 289 989,53	0,20%	64%	A	€ 28 998,95	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
117	50453843	RODAMIENTO ORGANO SENSORIO	1		#DIV/0!	€ 289 536,18	€ 289 536,18	0,20%	71%	A	€ 376 395,73	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
118	51402653	JUEGO DE EMPAQUETADURAS CILINDRO E	3		#DIV/0!	€ 96 167,46	€ 288 472,38	0,20%	71%	A	€ 125 004,70	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
119	A5143365	AROS COMPLETOS DELANTEROS DE DFG	1		#DIV/0!	€ 287 388,26	€ 287 388,26	0,20%	52%	A	€ 373 604,74	€ 373 604,74	0%	4%	A	PTO	Junheinn
120	5130049	RUEDA EKX 412S	1		#DIV/0!	€ 284 957,97	€ 284 957,97	0,19%	71%	A	€ 370 445,36	€ -	0%	4%	C	PTO	Junheinn
122	51389304	RESERVADERO TANQUE HIDRAULICO TFG	18	1	14,4	€ 36 779,38	€ 262 030,84	0,19%	63%	A	€ 20 511,89	€ 266 654,62	0%	0%	B	Vende	Junheinn
123	51262821	JUEGO DE CABLES CHASIS DE LA MAQUI	2		#DIV/0!	€ 11 032,00	€ 282 064,00	0,19%	71%	A	€ 183 341,60	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
124	A51209121	CABLE DE BATERIA	2		#DIV/0!	€ 140 671,54	€ 281 343,08	0,19%	71%	A	€ 182 873,00	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
125	A51163281	BASCULA	12		#DIV/0!	€ 23 197,05	€ 278 364,62	0,19%	72%	A	€ 30 156,17	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
126	51008824	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	20		#DIV/0!	€ 13 754,53	€ 275 090,60	0,19%	72%	A	€ 17 880,89	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
127	51637789	RUEDA EKX 412S	4		#DIV/0!	€ 68 647,65	€ 274 590,61	0,19%	72%	A	€ 89 241,95	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
128	51179516	PALANCA DE CAMBIO	4		#DIV/0!	€ 67 664,06	€ 270 656,23	0,18%	73%	A	€ 87 963,27	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
129	51179519	PALANCA DE CAMBIO BUSHING ALEMAIN	4		#DIV/0!	€ 67 664,06	€ 270 656,23	0,18%	73%	A	€ 87 963,27	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
130	51353290	AMORTIGUADOR DE TORNAMESA DE ETR	7	0	56,0	€ 38 657,49	€ 270 602,43	0,18%	68%	A	€ 50 254,74	€ 50 254,74	0%	0%	C	Vende	Junheinn
131	A51672226	NEUMÁTICOS SUPERELÉSTICOS	2		#DIV/0!	€ 132 762,71	€ 265 525,42	0,18%	73%	A	€ 172 591,52	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
132	51353602	GANCHO	6	1	4,8	€ 44 167,25	€ 264 943,50	0,18%	100%	C	€ 57 404,43	€ 574 044,25	0%	1%	A	Vende	Junheinn
133	51008823	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	19	0	152,0	€ 13 754,53	€ 261 336,07	0,18%	72%	A	€ 17 880,89	€ 17 880,89	0%	0%	C	Vende	Junheinn
134	52022666	ARO TRASERO PARA RUEDA NEUMATICA	2		#DIV/0!	€ 128 200,35	€ 256 400,70	0,17%	73%	A	€ 166 660,46	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
135	A51308799	RODILLO DE CADENA	4		#DIV/0!	€ 63 185,35	€ 252 741,38	0,17%	65%	A	€ 82 140,95	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
136	51092829	MANGUERAS HIDRAULICAS TFG 426	4	0	10,7	€ 63 169,41	€ 252 637,64	0,17%	58%	A	€ 82 107,23	€ 328 428,93	0%	1%	B	Vende	Junheinn
137	51052702	SENSOR	1		#DIV/0!	€ 251 433,57	€ 251 433,57	0,17%	74%	A	€ 326 863,64	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
138	51327428	BANDAJE	1		#DIV/0!	€ 248 957,04	€ 248 957,04	0,17%	100%	C	€ 323 124,15	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
139	51172929	PALANCA	6		#DIV/0!	€ 41 299,42	€ 247 796,52	0,17%	74%	A	€ 53 689,25	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
140	51061660	FILTRO DE PRESION EKX	4		#DIV/0!	€ 61 954,88	€ 246 219,52	0,17%	74%	A	€ 80 021,34	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
141	51361871	REGULADOR DE VOLTAJE	1		#DIV/0!	€ 246 154,47	€ 246 154,47	0,17%	59%	A	€ 320 000,81	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
142	51362160	INTERRUPTOR PRESION ACETITE	4		#DIV/0!	€ 51 005,35	€ 244 021,40	0,17%	74%	A	€ 79 306,36	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
143	A530424639	SENSOR APROXIMACION ETR	8		#DIV/0!	€ 30 359,83	€ 242 879,62	0,17%	74%	A	€ 39 468,48	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
144	51405995	TUBO FLEXIBLE	2		#DIV/0!	€ 120 285,26	€ 240 570,52	0,16%	74%	A	€ 166 370,84	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
145	51142433	CONECTOR DE BATERIA AZUL	15		#DIV/0!	€ 16 996,28	€ 239 944,20	0,16%	74%	A	€ 20 730,16	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
146	A5122436	LINEA DE MANDO	2		#DIV/0!	€ 119 128,27	€ 238 256,54	0,16%	67%	A	€ 164 866,75	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
147	50468358	SENSOR DE DIRECCION ETV	1		#DIV/0!	€ 238 008,01	€ 238 008,01	0,16%	75%	A	€ 309 410,41	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
148	51300540	RESORTE DE COMPRESION	2		#DIV/0!	€ 118 958,72	€ 237 117,44	0,16%	75%	A	€ 164 126,34	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
150	50250779	SELLOS PISTON CENTRAL TFG320	14		#DIV/0!	€ 16 817,91	€ 235 450,71	0,16%	75%	A	€ 21 863,28	€ -	0%	0%	C	PTO	Junheinn
151	51362993	EJE RUEDA DE CARGA ECR327	2	0	8,0	€ 117 242,95	€ 234 485,90	0,16%	60%	A	€ 152 416,84	€ 914 495,01	1%	1%	A	Vende	Junheinn
152	51687207	MANGUERA CLAMP 660	2		#DIV/0!	€ 116 602,00	€ 233 203,99	0,16%	75%	A	€ 161 882,93	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
153	A51290060	TUBO FLEXIBLE ML+M2	2		#DIV/0!	€ 115 765,96	€ 231 531,91	0,16%	75%	A	€ 150 495,74	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
154	51297587	SWITCH PEDAL ETR	2	0	8,0	€ 114 432,36	€ 228 864,73	0,16%	76%	A	€ 148 762,07	€ 595 048,29	0%	1%	A	Vende	Junheinn
155	A51416042	MANGUERA DIRECCION LARGA 426	3		#DIV/0!	€ 76 243,23	€ 228 729,68	0,16%	76%	A	€ 99 116,19	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
156	513038787	COJINETE DE PISTON DEL RICH ETR335D	10		#DIV/0!	€ 22 751,78	€ 227 517,80	0,15%	76%	A	€ 29 577,31	€ -	0%	1%	C	PTO	Junheinn
157	26402730	ROLES RUEDAS DE CASTER ETR	20	1	16,0	€ 11 083,67	€ 221 673,40	0,15%	69%	A	€ 14 408,77	€ 144 087,71	0%	1%	B	Vende	Junheinn
158	11394MTC	RODAMIENTO	2		#DIV/0!	€ 110 833,81	€ 221 667,62	0,15%	76%	A	€ 144 083,95	€ -	0%	1%	C	PTO	MTC

Figura 20. Selección Muestral Inicial de Acuerdo con Criterios de Prioridad-Parte 2

Fuente: Elaboración Propia (2022).

La primera selección evidencia aspectos importantes en cuanto a la condición de muchos de los artículos (en este caso se han seleccionado 142 artículos) inventariados; de estos, lo que cabe resaltar especialmente es lo siguiente:

- Se observa que gran parte de los artículos efectivamente poseen exceso de inventario, lo cual se logra apreciar gracias a su bajo índice de consumo y volumen de stock alto. Esto significa que gran parte de su valor monetario no se está aprovechando y está siendo acumulado en bodega, como se muestra en la columna de valor en ventas, donde muchos de ellos no generan utilidad, o bien generan poco, en comparación con el potencial de ventas que se tiene acumulado. Estos se pueden considerar desde el punto de vista de la gestión de

activos, están en condición de alerta y, por ende, son puntos clave de mejora.

- Se logra apreciar que prácticamente el 100% de estos artículos son repuestos, partes mecánicas y accesorios utilizados por el personal técnico de MHE Costa Rica, en las labores de mantenimiento de los equipos de carga a los que dan servicio.
- Por otra parte, el proveedor de todos estos artículos es la marca alemana Jungheinrich, por lo que cualquier pedido que se necesitare realizar se tomará aproximadamente 22 días hasta estar disponible para su uso. Al considerar esto, se debería tomar en cuenta un modelo de inventario que permita controlar este tipo de aspectos.

Con el análisis del muestreo inicial, entonces se puede inferir que la principal causa del problema, en cuanto al estancamiento del inventario, probablemente es una inadecuada gestión del mantenimiento, lo cual ha llevado a adoptar criterios erróneos de compra de los repuestos que, a la postre, se reflejan en los datos históricos y en los indicadores principales de gestión del inventario.

En este punto es importante abrir un pequeño paréntesis, para destacar que la Ingeniería Electromecánica, por su naturaleza multidisciplinaria, permite analizar los problemas desde un punto de vista integral, y parte de los conocimientos que brinda esta área giran en torno a la gestión del mantenimiento. A su vez, uno de los fuertes de la gestión de activos es su enorme apoyo también a la gestión del mantenimiento en sus diferentes vertientes. Ante esto se abren diversas posibilidades de solución al problema. A continuación, se describe el proceso a seguir en la toma de la muestra y la continuación del desarrollo de este capítulo, tomando en cuenta algunas de las herramientas que la gestión del mantenimiento brinda:

- Se realizará un cálculo del tamaño de muestra apropiado, a partir de la selección inicial, para obtener una proporción equitativa de los activos en condición de “alerta”, generando así una muestra final, con

el fin de delimitar el estudio hacia los integrantes más representativos de la población.

- Luego se procederá a hacer una discriminación aleatoria simple utilizando como apoyo el comando de Excel “ALEATORIO”. Esta última selección dará como resultado los ítems sobre los cuales se enfocará el estudio y se incluirán en el plan piloto.

4.3.3 Estimación del tamaño muestral para la selección de activos a incluir en el plan piloto

Para realizar el cálculo de la muestra final, se utilizará la siguiente ecuación (ecuación para el cálculo de tamaño muestral, η), empleada en los casos donde se conoce el tamaño de la población a estudiar:

$$\eta = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

$N =$ Población

$Z_{\alpha} =$ Nivel de Confianza

$p, q =$ Valores de variabilidad

$e =$ Presición deseada

Para entender cada parámetro de esta ecuación es necesario tener presentes los siguientes conceptos:

Grado o Nivel de Confianza (Z_{α}): este valor, generalmente expresado en porcentaje, hace referencia a la frecuencia con la que el intervalo construido capturará el parámetro de interés. Es decir, si se repite un evento determinado en repetidas ocasiones, los resultados obtenidos incluirán el o los valores deseados en la proporción del nivel de confianza dado.

Si se utiliza, por ejemplo, un valor del 95% (que es el valor utilizado con mayor frecuencia en muchos de los estudios) significa que en la iteración de eventos el

95% de las veces se coincidirá con el patrón buscado; por lo tanto, la efectividad de la muestra resultante será alta.

La ecuación 1 plantea este valor en función del área (α) bajo la curva no contenida por el intervalo, obteniendo un valor Z_α en una distribución normal. Para esto existen algunos valores comúnmente utilizados, algunos de los cuales se muestran en la siguiente figura:

α	0,10	0,05	0,01	0,001
Z_α	1,645	1,960	2,576	3,291

Figura 21. Valores de nivel de confianza más utilizados

Fuente: Fuentelsaz C. (2004, p. 7).

Es importante resaltar que el valor de Z se describe como $Z = (1 - \alpha)$. Para este caso de estudio se tomará un nivel de confianza del 95% (0.95), por lo que $\alpha = (1 - 0.95)$, es decir, 0.05. De manera que el valor de Z_α a utilizar es 1.96.

Variabilidad (p, q): la variabilidad representa las proporciones dentro de una muestra de los individuos que presenta una característica determinada (p) y los que no la presentan ($q = (1 - p)$). Si por ejemplo se tiene un valor de p del 99% y un valor de q del 1%, la probabilidad de un error es remota. Estos valores se pueden obtener a través de estudios previos, pero por lo general se utiliza un valor estándar de 50% en ambos casos, lo cual proporciona el tamaño muestral máximo necesario para el análisis (también conocido como criterio de la máxima indeterminación).

Precisión o margen de error (e): representa el nivel de fiabilidad del estudio y la exactitud de los resultados y representa, en términos estadísticos, la oscilación mínima del valor o valores a estimar. Se expresa como un valor porcentual, indicador de que los resultados obtenidos están aproximadamente dentro de este porcentaje de los valores representados.

Además, está determinado por el tamaño de la muestra, de manera que el tamaño muestral mínimo está en función del error máximo que sea considerado

admisible. Se maneja por lo general un valor de 5%, considerado como un intervalo de confianza aceptable.

Con este panorama se procede a calcular el tamaño muestral como sigue:

$$\eta = \frac{142 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 \times (142 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$
$$\eta = 104$$

El tamaño muestral necesario para obtener una muestra final que sea lo suficientemente representativa es, entonces, de 104 ítems. Ahora bien, de todos estos ítems se elegirán, mediante el método aleatorio simple, aquellos que formarán parte del plan piloto y en los cuales se enfocará el estudio y los resultados.

Primeramente, se debe conocer qué es el método sistemático. Este es el proceso de discriminación muestral más sencillo, en el que cada elemento de la población objetivo de estudio y cada posible muestra de un tamaño determinado (en este caso ya conocida) poseen la misma probabilidad de ser seleccionados, es decir, es un subconjunto de una muestra elegida de una población más grande. El cálculo de la probabilidad que cada elemento tiene de ser seleccionado es también muy simple, dada una población (N) y un tamaño determinado de muestra (η) conocidos (142 y 104 respectivamente en el presente caso) la probabilidad (P) es $P = \frac{\eta}{N} = \frac{104}{142} = 0.73 \approx 73\%$. Cada individuo de la población tiene un 73% de probabilidades de ser seleccionado. Esto se debe a que el valor del tamaño muestral está maximizado, debido a los valores de variabilidad en la ecuación 1. Sin embargo, para efectos de este estudio no supone una negativa, ya que con todo este procedimiento lo que se busca es que la selección final de ítems sea lo más precisa y representativa posible de los criterios iniciales de selección.

Para llevar a cabo la selección como tal de los 104 ítems, se sigue el procedimiento básico que se describe a continuación:

- Se realiza un listado con todos los individuos de la población en estudio. En este caso las figuras 18 y 19 contienen dicho listado.

- Se asigna un número secuencial a cada uno de los ítems listados, formando así un marco de muestreo.
- Se emplea un generador de números aleatorios para extraer la muestra resultante. Para ello se utilizará en este caso el comando “ALEATORIO” en Excel, que genera una numeración aleatoria entre 0 y 1 para cada individuo. Posteriormente se procede a extraer 104 de estos individuos mediante filtros en el mismo Excel, y con ello se tiene la muestra final.

El resultado obtenido es el siguiente:

N° ítem	Información General		Datos de Manejo del inventario							Datos de Ventas					Proveedor	Número Generado para selección aleatoria		
	Código	Descripción	Cantidad Disponible	Consumo Promedio	Cobertura de Stock (Meses)	Precio Unitario	Valor Acumulado	Peso en Inventario (%)	% Acumulado	ABC (Acumulado)	Precio Venta	Valor Vendido (12 meses)	Peso en Ventas (%)	% Acumulado			ABC (Ventas)	Consumo de Venta (Últimos 8 meses)
1	51600824	TIQUETA TIPO DE VEHICU	20	0	#DIV/0!	€13 754,53	€275 090,60	0,19%	72%	A	€17 880,89	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,00503593
2	51130049	RUEDA EK3 418S	1	0	#DIV/0!	€284 957,37	€284 957,37	0,19%	71%	A	€370 445,36	€0,00	0%	4%	C	PTO	Junheinrich	0,005693684
3	51284990	CHAPA DISTANCIADORA	16	1	16	€30 262,46	€484 199,36	0,33%	50%	A	€39 341,20	€629 459,17	0%	4%	A	Vende	Junheinrich	0,010456363
4	51092829	GUERAS HIDRAULICAS TF	4	0	11	€63 159,41	€252 637,64	0,17%	58%	A	€82 340,23	€328 428,93	0%	1%	B	Vende	Junheinrich	0,024230684
5	51643286	INA INTERFASE MCFA MA	1	0	3	€969 547,55	€969 547,55	0,66%	42%	A	€1260 411,82	€3 781 235,45	2%	3%	A	Vende	Junheinrich	0,031255023
6	51192993	E RUEDA DE CARGA ECR3	2	0	8	€117 242,95	€234 485,90	0,16%	60%	A	€152 415,84	€94 495,01	1%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,041140787
7	A51200353	SIN ARO, TRACCION TRAM	11	1	13	€79 149,23	€870 641,53	0,59%	25%	A	€102 894,00	€1028 939,99	1%	4%	A	Vende	Junheinrich	0,045698742
8	51351613	FUSIBLE 5000AM	7	0	#DIV/0!	€34 972,01	€664 804,05	0,45%	47%	A	€123 463,61	€0,00	0%	13%	C	PTO	Junheinrich	0,046461019
9	A51416042	NGUERA DIRECCION LARGA	3	0	#DIV/0!	€76 243,23	€228 729,68	0,16%	76%	A	€99 116,19	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,052763071
10	51179519	A DE CAMBIO BUSHING AI	4	0	#DIV/0!	€67 884,06	€270 656,23	0,18%	73%	A	€87 963,27	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,053451754
11	51372621	ABUETADURAS EJE DIRE	3	0	#DIV/0!	€115 015,80	€345 047,40	0,23%	69%	A	€149 520,54	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,056632616
12	51038787	TE DE PISTON DEL RICH ET	10	0	#DIV/0!	€22 751,78	€227 517,80	0,15%	76%	A	€29 877,31	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,056686828
13	51648216	O ORVITROL DE TFG DIRE	1	0	#DIV/0!	€341 237,31	€341 237,31	0,23%	69%	A	€443 608,50	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,056693681
14	51297587	SWITCH PEDAL ETR	2	0	8	€114 432,36	€228 864,73	0,16%	76%	A	€148 762,07	€595 048,29	0%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,065012034
15	51443355	PLETOS DELANTEROS DE I	1	0	#DIV/0!	€287 398,26	€287 398,26	0,20%	52%	A	€373 604,74	€373 604,74	0%	4%	A	PTO	Junheinrich	0,066703092
16	51327428	BANDAJE	1	0	#DIV/0!	€248 557,04	€248 557,04	0,17%	100%	C	€323 124,15	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,070656998
17	51387011	PULSADOR ETR	4	0	32	€198 706,48	€794 826,32	0,54%	36%	A	€258 318,42	€258 318,42	0%	13%	E	Vende	Junheinrich	0,083021596
18	A51206250	COMBINADOR	1	0	#DIV/0!	€313 393,40	€313 393,40	0,21%	69%	A	€407 411,42	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,089436947
19	50460101	RUEDA MOTRIZ EJE 120	9	0	36	€41 650,18	€374 851,68	0,26%	63%	A	€54 145,23	€216 580,91	0%	8%	B	Vende	Junheinrich	0,093057202
20	A51672226	UMPTICOS SUPERFLEX?STIC	2	0	#DIV/0!	€132 762,71	€265 525,42	0,18%	73%	A	€172 591,52	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,096823995
21	51405995	TUBO FLEXIBLE	2	0	#DIV/0!	€120 285,26	€240 570,52	0,16%	74%	A	€156 370,84	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,105078619
22	51372633	EMPAQUES PISTON DE D	9	0	72	€61 066,70	€549 600,33	0,37%	50%	A	€79 386,71	€79 386,71	0%	1%	C	Vende	Junheinrich	0,112727899
23	52027703	UMATICOS SUPERFLEX?STIC	2	0	#DIV/0!	€484 613,13	€969 226,26	0,66%	37%	A	€629 997,07	€0,00	0%	3%	C	PTO	Junheinrich	0,116986766
24	A51372624	?STAGO DE ?BOLO S26MM	1	0	#DIV/0!	€292 416,95	€292 416,95	0,20%	70%	A	€380 142,04	€0,00	0%	4%	C	PTO	Junheinrich	0,119306866
25	A51320060	TUBO FLEXIBLE NL+512	2	0	#DIV/0!	€115 765,96	€231 531,91	0,16%	75%	A	€150 495,74	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,126686529
26	A51308799	RODILLO DE CADENA	4	0	#DIV/0!	€63 185,35	€252 741,38	0,17%	65%	A	€82 140,95	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,129828307
27	52023510	COJINETE DE PENDULO	10	0	#DIV/0!	€33 152,46	€331 524,55	0,23%	69%	A	€43 098,19	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,148975597
28	51408636	KIT DE SELLOS SUPERIOR	16	0	64	€29 963,22	€479 251,58	0,33%	55%	A	€38 939,19	€77 878,38	0%	4%	C	Vende	Junheinrich	0,149603297
29	51371616	PRINCIPAL DE AIRE 6 INCH	32	0	128	€20 974,12	€671 171,84	0,46%	45%	A	€27 266,36	€81 799,07	0%	13%	C	Vende	Junheinrich	0,15049428
30	51052702	SENSOR	1	0	#DIV/0!	€251 433,57	€251 433,57	0,17%	74%	A	€326 863,64	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,156035776
31	51687121	TUBO FLEXIBLE	18	1	36	€70 781,26	€1274 062,67	0,87%	20%	A	€92 015,64	€920 156,38	1%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,161399811
32	51406624	TUBO FLEXIBLE	3	0	#DIV/0!	€120 285,26	€360 855,78	0,25%	67%	A	€156 370,84	€156 370,84	0%	9%	B	PTO	Junheinrich	0,16214075
33	51326508	LTER FUEL DIESEL METALI	12	0	96	€27 525,68	€330 308,16	0,22%	67%	A	€35 783,38	€71 566,77	0%	1%	C	Vende	Junheinrich	0,16230029
34	11394MTC	RODAMIENTO	2	0	#DIV/0!	€110 833,81	€221 667,62	0,15%	76%	A	€144 083,95	€0,00	0%	1%	C	PTO	MTC	0,129329524
35	51307870	A LARGA ACCESORIOS ET	6	1	5	€140 339,69	€842 038,14	0,57%	46%	A	€182 441,60	€3 466 390,34	2%	7%	A	Vende	Junheinrich	0,129390791
36	A51312318	GORR? DE EJE	3	0	#DIV/0!	€131 118,47	€393 355,42	0,27%	56%	A	€170 454,01	€170 454,01	0%	7%	B	PTO	Junheinrich	0,233608222
37	51172929	PALANCA	6	0	#DIV/0!	€41 299,42	€247 796,52	0,17%	74%	A	€53 689,25	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,2611953
38	51723373	JOYSTICK DE ETR335D (cm	1	1	2	€964 938,00	€964 938,00	0,66%	9%	A	€1 254 419,40	€5 017 677,60	3%	3%	A	Vende	Junheinrich	0,265737021
39	A51402720	RETENEDOR CILINDROS	5	0	#DIV/0!	€115 219,63	€576 098,16	0,39%	52%	A	€149 785,52	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,266356872
40	51374614	TIQUETA TIPO DE VEHICU	14	0	#DIV/0!	€28 718,05	€402 052,70	0,27%	64%	A	€37 333,47	€0,00	0%	7%	C	PTO	Junheinrich	0,266850725
41	A51163281	BASCULA	12	0	#DIV/0!	€23 187,05	€278 364,62	0,18%	72%	A	€30 156,17	€0,00	0%	0%	C	PTO	Junheinrich	0,295231069
42	51094623	CILINDROS DE INCLINACION	10	0	#DIV/0!	€67 863,91	€678 639,11	0,46%	40%	A	€88 222,95	€264 668,06	0%	13%	E	PTO	Junheinrich	0,31076171
43	51062370	TROL DE ACCIONAMIENTO	1	0	#DIV/0!	€999 944,02	€999 944,02	0,68%	35%	A	€1 299 927,23	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,323172136
44	51345543	JUEGO DE CABLES	4	0	32	€105 226,65	€420 906,60	0,29%	55%	A	€136 794,65	€136 794,65	0%	6%	B	Vende	Junheinrich	0,324256536
45	51061560	FILTRO DE PRESSION EKX	4	0	#DIV/0!	€61 554,98	€246 219,52	0,17%	74%	A	€80 021,34	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,325864751
46	51404121	LTRIO HIDRAULICO ETR335	18	2	9	€35 534,95	€639 629,10	0,44%	72%	A	€46 195,44	€831 517,83	1%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,338334307
47	51240963	EMPAQUES DE PISTON CEI	11	0	#DIV/0!	€62 319,43	€685 113,73	0,47%	38%	A	€81 795,26	€327 181,04	0%	13%	A	PTO	Junheinrich	0,346307749
48	51305830	ROLES DE TORRE ETR335D	18	0	#DIV/0!	€29 148,29	€524 669,16	0,36%	56%	A	€37 892,77	€0,00	0%	2%	C	PTO	Junheinrich	0,347027373
49	51243802	MPLETOS SIN OPCION CAN	4	0	#DIV/0!	€242 404,85	€969 619,40	0,66%	37%	A	€315 126,31	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,347660126
50	51237318	CARRRELLA PEQUEÑAS	31	0	#DIV/0!	€38 884,21	€1205 410,51	0,82%	29%	A	€50 549,47	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,349724222
51	51350540	RESORTE DE COMPRESION	2	0	#DIV/0!	€118 558,72	€237 117,44	0,16%	75%	A	€154 126,34	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,358211965
52	51353290	IGUARDER DE TORNAMESA	7	0	56	€38 657,49	€270 602,43	0,18%	68%	A	€50 254,74	€50 254,74	0%	0%	C	Vende	Junheinrich	0,366637106

Figura 22. Selección de Muestra Final con Método Aleatorio Simple-Parte 1

Fuente: Elaboración Propia (2022).

53	51109839	PER ELASTICOS 18X78 DE	2	0	#DIV/0!	€186 996,27	€373 980,54	0,25%	85%	A	€243 087,35	€0,00	0%	8%	C	PTD	Junheinrich	0,370739689
54	51300513	ROLES CARRO	13	0	#DIV/0!	€22 306,89	€289 889,53	0,20%	64%	A	€28 998,95	€0,00	0%	4%	C	PTO	Junheinrich	0,374213988
55	51371613	FILTRO DE AIRE TFG320	40	1	40	€15 470,11	€618 804,40	0,42%	44%	A	€20 111,14	€201 111,43	0%	1%	B	Vende	Junheinrich	0,374668601
56	51404060	GUIA DE VASTAGO	3	0	#DIV/0!	€208 972,87	€26 918,61	0,43%	43%	A	€271 664,73	€271 664,73	0%	1%	B	PTO	Junheinrich	0,375606456
57	52033918	JMATICOS SUPER ELASTI	6	0	#DIV/0!	€202 780,31	€126 561,85	0,83%	30%	A	€263 588,40	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,376739769
58	51043754	CARRETILLA ECR327TA	9	1	12	€48 456,45	€418 108,07	0,28%	58%	A	€60 393,39	€684 327,26	0%	6%	A	Vende	Junheinrich	0,421253454
59	51260375	SENSOR	4	0	11	€125 881,78	€503 527,11	0,34%	87%	B	€163 846,31	€981 877,86	1%	4%	A	Vende	Junheinrich	0,432467006
60	51570659	SOPORE	1	0	#DIV/0!	€1 288 389,20	€1 288 389,20	0,88%	15%	A	€1 835 895,96	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,444537864
61	A50424639	SENSOR APROXIMACION ET	8	0	#DIV/0!	€30 255,83	€242 870,62	0,17%	74%	A	€39 455,49	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,444269161
62	51420555	A TRACCION SIN ARO ETR	9	2	5	€356 671,53	€3 210 047,77	2,18%	28%	A	€463 872,39	€11 128 161,74	7%	7%	A	Vende	Junheinrich	0,4444129543
63	51289834	ADERO TANGUE HIDRAULI	18	1	14	€15 778,38	€284 010,84	0,19%	63%	A	€20 511,89	€266 654,62	0%	0%	B	Vende	Junheinrich	0,445634649
64	51262821	DE CABLES CHASIS DE LA	2	0	#DIV/0!	€141 032,00	€282 064,00	0,19%	71%	A	€183 341,60	€0,00	0%	0%	C	PTD	Junheinrich	0,45111387
65	51500823	TIQUETA TIPO DE VEHICU	19	0	152	€13 754,53	€261 336,07	0,18%	72%	A	€17 880,89	€17 880,89	0%	1%	C	Vende	Junheinrich	0,451449865
66	26402730	LES RUEDAS DE CASTER E	20	1	16	€11 083,67	€221 673,40	0,15%	69%	A	€14 408,77	€144 087,71	0%	1%	B	Vende	Junheinrich	0,458490297
67	A51607943	CABLE ARNES	1	0	#DIV/0!	€434 517,37	€434 517,37	0,30%	62%	A	€564 872,58	€0,00	0%	6%	C	PTO	Junheinrich	0,472697329
68	51587207	MANGUERA CLAMP 650	2	0	#DIV/0!	€116 602,00	€233 203,99	0,16%	75%	A	€151 582,59	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,479401446
69	52021694	UMATICO SUPER ELASTIC	20	0	#DIV/0!	€334 702,26	€6 694 045,27	4,56%	4%	A	€435 112,94	€0,00	0%	#IVALORI	C	PTO	Junheinrich	0,483000271
70	51044886	HO DE FILTRO HIDRAULIC	19	1	15	€45 571,98	€885 867,66	0,59%	27%	A	€59 243,58	€651 679,34	0%	4%	B	Vende	Junheinrich	0,484828765
71	5114293	DIRECTOR DE BATERIA A2	15	0	#DIV/0!	€15 396,28	€239 944,20	0,16%	75%	A	€20 795,16	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,485202853
72	51370659	SOPORE	2	0	#DIV/0!	€1 203 685,90	€2 407 371,80	1,64%	12%	A	€1 564 732,97	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,490955444
73	51325212	ABANICO ETR 36V	2	0	#DIV/0!	€150 804,10	€301 608,20	0,21%	51%	A	€196 045,33	€392 090,66	0%	3%	A	PTD	Junheinrich	0,494021372
74	A51254828	BOLLES RUEDAS DE CARG	4	0	32	€143 198,80	€572 795,19	0,39%	53%	A	€188 158,44	€188 158,44	0%	1%	B	Vende	Junheinrich	0,498421767
75	51339845	A42 RUEDAS DE CARGA ET	14	1	28	€68 229,05	€327 206,68	0,63%	31%	A	€86 097,76	€344 391,05	0%	3%	A	Vende	Junheinrich	0,50268662
76	50250779	LOS PISTON CENTRAL TFG	14	0	#DIV/0!	€16 817,91	€235 450,71	0,16%	75%	A	€21 863,28	€0,00	0%	0%	C	PTD	Junheinrich	0,507093939
77	A51402723	EMPAG PISTON CENTRA	4	0	#DIV/0!	€32 239,08	€389 956,32	0,25%	66%	A	€119 910,80	€0,00	0%	8%	C	PTD	Junheinrich	0,507382584
78	A51706549	PEDAL DE ACELERADOR	2	0	#DIV/0!	€146 937,47	€293 874,93	0,20%	70%	A	€191 018,70	€0,00	0%	4%	C	PTO	Junheinrich	0,508092189
79	51331356	JMATICOS SUPER ELASTI	14	0	56	€164 623,36	€2 304 726,97	1,57%	13%	A	€214 010,36	€428 020,72	0%	11%	A	Vende	Junheinrich	0,508628251
80	52011962	SS DE BASE DE PISTON DF	15	0	#DIV/0!	€43 818,90	€657 286,45	0,45%	41%	A	€56 968,67	€284 829,33	0%	14%	B	PTO	Junheinrich	0,523140018
81	51651374	BOSCOPICA ETR33SD (m)	3	0	8	€139 572,25	€406 716,75	0,28%	64%	A	€176 243,93	€704 975,70	0%	7%	A	Vende	Junheinrich	0,530890992
82	A51300712	MANGUERA TFG	25	1	25	€23 991,91	€598 797,75	0,41%	40%	A	€31 137,48	€280 237,35	0%	1%	B	Vende	Junheinrich	0,530959046
83	51325202	GANCH	8	1	5	€44 157,25	€264 943,50	0,19%	100%	C	€57 404,43	€574 044,25	0%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,531270462
84	51235116	VIDRIO PROTECTOR ETR	4	0	#DIV/0!	€200 238,49	€800 953,94	0,55%	42%	A	€260 310,03	€260 310,03	0%	12%	B	PTO	Junheinrich	0,541475259
85	A5144717	RUEDA SUPERELASTICA	6	0	#DIV/0!	€246 963,57	€1 491 791,41	1,01%	24%	A	€321 052,64	€0,00	0%	11%	C	PTO	Junheinrich	0,552466072
86	5180036	CASQUILLO CENTRADOR	22	0	#DIV/0!	€37 462,04	€824 164,88	0,56%	41%	A	€48 700,65	€48 700,65	0%	7%	C	PTD	Junheinrich	0,55388276
87	51237800	STER CARPETILLA ECR34	4	1	5	€85 849,99	€434 399,97	0,23%	51%	A	€111 604,99	€1 450 864,89	1%	1%	A	Vende	Junheinrich	0,573134568
88	50445218	DESLEZANTE DE SIDESH	14	1	28	€31 044,04	€434 616,56	0,30%	49%	A	€40 357,25	€242 143,51	0%	6%	B	Vende	Junheinrich	0,576856824
89	51402659	PAQUETADURAS CILINDR	3	0	#DIV/0!	€96 157,46	€288 472,38	0,20%	71%	A	€125 004,70	€0,00	0%	4%	C	PTD	Junheinrich	0,584234
90	51065118	RUEDA	30	0	#DIV/0!	€21 421,50	€642 644,98	0,44%	42%	A	€27 847,95	€278 479,49	0%	0%	B	PTO	Junheinrich	0,589689415
91	A51447102	EDA SUPERELASTICO T00	4	0	#DIV/0!	€346 834,54	€1 387 338,14	0,94%	26%	A	€450 884,90	€0,00	0%	16%	C	PTO	Junheinrich	0,61419916
92	51680018	TUBO FLEXIBLE	23	3	8	€132 764,52	€3 053 583,96	2,08%	31%	A	€172 593,88	€6 040 785,66	4%	11%	A	Vende	Junheinrich	0,633102295
93	51402670	KUEGO EMPAQUETADURA	4	0	#DIV/0!	€127 984,69	€511 938,76	0,35%	58%	A	€166 380,10	€0,00	0%	3%	C	PTD	Junheinrich	0,63798125
94	A5122438	LINEA DE MANDO	2	0	#DIV/0!	€119 128,27	€238 256,54	0,16%	67%	A	€154 866,75	€0,00	0%	1%	C	PTD	Junheinrich	0,641762193
95	51406028	CONTACTOR ETR33SD	10	0	#DIV/0!	€161 192,36	€1 611 923,58	1,10%	21%	A	€209 590,07	€0,00	0%	11%	C	PTO	Junheinrich	0,649026754
96	51233332	EJE	10	0	#DIV/0!	€190 445,69	€1 904 456,80	1,30%	18%	A	€247 573,38	€0,00	0%	11%	C	PTO	Junheinrich	0,649046453
97	50468269	SENSOR DE DIRECCION ET	1	1	0	€238 008,01	€238 008,01	0,16%	75%	A	€309 410,41	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,650890418
98	51333107	CABLES DE BATERIA	8	0	#DIV/0!	€198 035,16	€1 584 281,28	1,08%	22%	A	€257 445,71	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,657924418
99	5180625	DAS DE CARGA CON ARO	9	0	#DIV/0!	€114 094,52	€1 026 850,72	0,70%	34%	A	€148 322,88	€0,00	0%	1%	C	PTO	Junheinrich	0,66429684
100	51193411	SAS DE MANGO DE AGARR	2	0	#DIV/0!	€780 222,36	€1 560 444,71	1,06%	23%	A	€1 014 289,06	€0,00	0%	1%	C	PTD	Junheinrich	0,664647633
101	51362847	ANILLO DEDESASTE	22	0	#DIV/0!	€16 458,33	€362 083,21	0,25%	66%	A	€21 395,83	€42 791,65	0%	8%	C	PTD	Junheinrich	0,670343944
102	51345541	RINCIPAL CON OPCION DE	2	1	2	€188 093,96	€376 187,92	0,26%	16%	A	€244 522,15	€2 200 699,33	1%	8%	A	Vende	Junheinrich	0,680528833
103	A51672292	NEUMTICO	2	0	#DIV/0!	€151 812,89	€303 625,77	0,21%	70%	A	€197 356,75	€0,00	0%	2%	C	PTO	Junheinrich	0,686208923
104	51254487	OPORTE DE EJE PRINCIPA	8	0	#DIV/0!	€55 001,31	€440 010,51	0,30%	61%	A	€71 501,71	€0,00	0%	4%	C	PTO	Junheinrich	0,70141737

Figura 23. Selección de Muestra Final con Método Aleatorio Simple-Parte 2

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Estos procesos de muestreo se pueden visualizar detalladamente en el archivo de Excel denominado “Determinación de la muestra de activos clave”.

4.3.4 Estimación Preliminar de los Indicadores Principales para la Administración del Inventario

Tal y como se menciona en la tabla 4 del marco metodológico, de la muestra seleccionada en el paso anterior se ha de realizar una estimación de los indicadores más utilizados en el control del inventario: existencia máxima, existencia mínima, punto de reorden y stock de seguridad; esto con el fin de tener datos de referencia para partir con el plan piloto.

Para hacer el cálculo de estos indicadores, se han empleado las ecuaciones que aparecen en la tabla 4, y se ha utilizado la plantilla de Excel, en la cual se hizo la selección de la muestra final para proceder con el cálculo. El resultado obtenido es el que se muestra en las siguientes imágenes:

Código	Descripción	Cantidad Disponible	Consumo Promedio (Mensual)	Tiempo de Entrega Medio (Meses)	Tiempo de Entrega Máximo (Meses)	Existencia Mínima	Existencia Máxima	Stock de Seguridad	Punto de Reorden
51500824	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	20	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51130049	RUEDA EKS 412S	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51284990	CHAPA DISTANCIADORA	16	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
51092829	MANGUERAS HIDRAULICAS TFG 42	4	0	0,5	0,73	0	1	0,1	0
51643286	PLATINA INTERFASE MCFA MASTER	1	0	0,5	0,73	0	1	0,1	0
51192993	EJE RUEDA DE CARGA ECR327	2	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
A51200353	ECR SIN ARO, TRACCION TRANSILC	11	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
51351613	FUSIBLE 500AM	7	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51416042	MANGUERA DIRECION LARGA 425	3	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51179519	ANCA DE CAMBIO BUSHING ALEMA	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51372631	EMPAQUETADURAS EJE DIRECCIO	3	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51038787	COJINETE DE PISTON DEL RICH ETR33	10	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51548216	SMO ORVITROL DE TFG DIRECCIO	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51297587	SWITCH PEDAL ETR	2	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
51443355	COMPLETOS DELANTEROS DE DFG	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51327428	BANDAJE	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51387011	PULSADOR ETR	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51206250	COMBINADOR	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
50460101	RUEDA MOTRIZ EJE 120	9	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
A51672226	NEUMATICOS SUPERELASTICOS	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51405995	TUBO FLEXIBLE	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51372633	COMPLETOS DE EMPAQUES PISTON DE DIRECCIO	9	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
52027703	NEUMATICOS SUPERELASTICOS	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51372624	VASTAGO DE PISTON 526MM	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51290060	TUBO FLEXIBLE NL=512	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51308799	RODILLO DE CADENA	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
52023510	COJINETE DE PENDULO	10	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51408536	KIT DE SELLOS SUPERIOR	16	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
51371616	RO PRINCIPAL DE AIRE 6 INCHES	32	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
51052702	SENSOR	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51587121	TUBO FLEXIBLE	18	1	0,5	0,73	0	1	0,1	0
51326508	FILTER FUEL DIESEL METALICO	12	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
11394MTC	RODAMIENTO	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51307870	CHAPA LARGA ACCESORIOS ETR 450	6	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1
A51312318	GORRÓN DE EJE	3	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51172929	PALANCA	6	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51723373	ROTOR JOYSTICK DE ETR335D (antes 5	1	1	0,5	0,73	0	1	0,1	0
A51402720	RETENEDOR CILINDROS	5	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51374614	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	14	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51163281	BASCULA	12	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51094623	RODILLOS CILINDROS DE INCLINACION TFG	10	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51062370	CONTROL DE ACCIONAMIENTO EJE	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51345543	JUEGO DE CABLES	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51061560	FILTRO DE PRESION EKK	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51404121	FILTRO HIDRAULICO ETR335D	18	2	0,5	0,73	1	3	0,5	2
51240963	COMPLETOS DE EMPAQUES DE PISTON CENTRAL	11	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51305830	ROLES DE TORRE ETR335D	18	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51324802	COMPLETOS SIN OPCION CAMARAS	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51237318	ROLES DE CARRETILLA PEQUENAS CON	31	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51350540	RESORTE DE COMPRESION	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51353290	ROTOR GUARDADOR DE TORNAMEASA DE	7	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51109839	ROLES SUPER ELASTICOS 18X78 DELANT	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51300513	ROLES CARRO	13	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51371613	FILTRO DE AIRE TFG320	40	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
51404060	GUIA DE VASTAGO	3	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
52033918	NEUMATICOS SUPER ELASTICOS	6	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51043754	CHAPA CARRETILLA ECR327 TANDEE	9	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
51260975	SENSOR	4	0	0,5	0,73	0	1	0,1	0
51370658	SOPORTE	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A50424639	SENSOR APROXIMACION ETR	8	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51420555	RUEDA TRACCION SIN ARO ETR335	9	2	0,5	0,73	1	3	0,5	2
51289834	ROTOR TANQUE HIDRAULICO	18	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1
51262821	JUEGO DE CABLES CHASIS DE LA MAQ	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51500823	ETIQUETA TIPO DE VEHICULO	19	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
26402730	ROLES RUEDAS DE CASTER ETR	20	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1

Figura 24. Indicadores Estimados para la Muestra Final-Parte 1

Fuente: Elaboración Propia (2022).

26402730	ROLES RUEDAS DE CASTER ETR	20	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1
A51507943	CABLE ARNES	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51587207	MANGUERA CLAMP 650	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
52021594	NEUMATICO SUPER ELASTICOS	20	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51044886	UCHO DE FILTRO HIDRAULICO TFC	19	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1
5114293	CONECTOR DE BATERIA AZUL	15	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51370659	SOPORTE	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51326212	ABANICO ETR 36V	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51254528	ROLLES RUEDAS DE CARGA	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51339845	NTIFAZ RUEDAS DE CARGA ETR335	14	1	0,5	0,73	0	1	0,1	0
50250779	SELLOS PISTON CENTRAL TFG320	14	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51402723	JEGO EMPAQ PISTON CENTRAL ET	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51706549	PEDAL DE ACELERADOR	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51331356	NEUMATICOS SUPER ELASTICOS	14	0	0,5	0,73	0	0	0,1	0
52011962	ROLES DE BASE DE PISTON DFG 43	15	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51651374	ROBOSCOPICA ETR335D (antes 51	3	0	0,5	0,73	0	1	0,1	0
A51300712	MANGUERA TFG	25	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
51352602	GANCHO	6	1	0,5	0,73	1	2	0,3	1
51285116	VIDRIO PROTECTOR ETR	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51447117	RUEDA SUPEREL?STICA	6	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51180036	CASQUILLO CENTRADOR	22	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51237800	DE CASTER CARRETILLA ECR327 CO	4	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
50446218	ARTE DESLIZANTE DE SIDESSHIF ET	14	1	0,5	0,73	0	1	0,1	0
51402659	E EMPAQUETADURAS CILINDRO EL	3	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51065118	RUEDA	30	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51447102	RUEDA, SUPEREL?STICO 700 X12	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51680018	TUBO FLEXIBLE	23	3	0,5	0,73	2	4	0,6	3
51402670	JUEGO EMPAQUETADURAS	4	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
A51222436	LINEA DE MANDO	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51406028	CONTACTOR ETR335D	10	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51283932	EJE	10	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
50468358	SENSOR DE DIRECCION ETV	1	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51333107	CABLES DE BATERIA	8	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51199411	NERAS DE MANGU DE AGARREEC	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51362847	ANILLO DEDESGASTE	22	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51345541	ES PRINCIPAL CON OPCION DE CAM	2	1	0,5	0,73	1	1	0,2	1
A51672292	NEUM?TICO	2	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0
51254487	DE SOPORTE DE EJE PRINCIPAL DFG	8	0	0,5	0,73	0	0	0,0	0

Figura 25. Indicadores estimados para la Muestra Final-Parte 2

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Como se observa en estos resultados preliminares, los valores de los indicadores en cuestión no llegan a brindar realmente información relevante, dado que todos estos dependen del consumo promedio del artículo, el cual es nulo en la gran mayoría de los casos. Hasta ahora este ejercicio ha ayudado a evidenciar que el problema no necesariamente se ha de encontrar específicamente en la bodega de suministro y su administración, sino que probablemente lo que se presenta son consecuencias de un problema externo, pero no ajeno, y se debe abordar a través de otro tipo de análisis.

Ahora bien, la mayor parte de los ítems que se tienen en el almacén son repuestos para la maquinaria de carga que se utiliza, y para la cual la empresa MHE brinda servicios de mantenimiento. Al partir de esto, puede ser provechoso analizar el problema desde este punto de vista.

4.3.5 Análisis de Mantenimiento de los Repuestos Basado en la Confiabilidad

Hasta ahora se ha hablado de la administración del inventario y de indicadores que se pueden utilizar para facilitar su control. Se han encontrado problemas, como estancamiento de diversos ítems debido a su bajo consumo (baja rotación), lo cual indica que no se está generando el valor esperado de los artículos. Sin embargo, es pertinente abordar el tema desde el punto de vista del uso que se les da a los repuestos, para poder hallar realmente una solución conveniente.

Para llevar a cabo esta parte, se procederá de la siguiente forma:

- Primeramente, se debe obtener el historial de mantenimiento (fallas) que se han realizado. En este caso se tomará en cuenta mayormente los datos de los últimos dos años (durante los cuales el problema se ha venido observando con mayor fuerza).
- Se seleccionarán diez elementos de muestra, tomando como criterio de selección el número de veces que se ha tenido que intervenir en las labores de mantenimiento, y la cantidad de ítems de ese tipo que se acumulan en inventario. De esta forma se tendrán los elementos que más se emplean habitualmente. Cabe destacar que estos nuevos ítems formarán la muestra piloto definitiva, ya que, como se observó en la sección anterior, el procedimiento con la muestra que se manejaba se vio detenido por falta de un dato de consumo real.
- Se hará un estudio de mantenimiento basado en el cálculo de la confiabilidad de los repuestos mediante la distribución de Weibull, utilizando los datos de fallas que se tengan disponibles y, con ello, obtener información importante para la toma de decisiones en cuanto a la gestión de estos activos. El cálculo y modelado se realizará por medio de las herramientas de Excel.

4.3.6 Distribución de Weibull: Fundamentos y Parámetros

La distribución de Weibull es una de las técnicas más populares utilizadas para aproximar una probabilidad basada en datos medidos, descubierta por el sueco Walodi Weibull. Entre otras aplicaciones útiles, la distribución de Weibull permite

estudiar el comportamiento de fallos de ciertos componentes, e incluso realizar una predicción aproximada de estos, suponiendo una de las herramientas de análisis más versátiles en el campo de la confiabilidad. A pesar de que también son utilizadas para llevar a cabo estudios similares de otro tipo de distribuciones probabilísticas, como la normal o la exponencial, es necesario destacar que estas asumen un comportamiento o tasa de fallas constante en el tiempo de los elementos en estudio, lo cual en la práctica no necesariamente es así en la mayoría de los casos (sobre todo en partes mecánicas y repuestos), ya que estas estarán sometidas a diferentes condiciones que afectan directamente su vida útil, y mostrarán una tasa de fallos cambiante, ya sea creciente o decreciente. Este es el punto en el que la distribución de Weibull se diferencia, siendo que puede ser perfectamente acondicionada para modelar patrones de falla de este tipo. Más adelante se explicará una manera de saber si la distribución que se va a utilizar se ajusta adecuadamente a los datos.

La función de densidad de la distribución de Weibull está dada por la siguiente expresión matemática:

$$f(t) = \frac{\beta(t - \delta)^{\beta-1}}{\eta^\beta} e^{-\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta}, t \geq \delta \quad (2)$$

Donde:

β = *Parámetro de Forma (Indica el perfil de la distribución)*

η = *Parámetro de Escala (Indica si la función es más aguda o más plana)*

δ = *Parámetro de Localización (Indica el punto de origen de la distribución en el tiempo)*

t = *Variable aleatoria (Para el caso de confiabilidad representa el tiempo entre cada falla)*

El parámetro β , además, tiene una propiedad interesante, porque brinda información adicional sobre la tasa de fallas que presenta un componente, ya que si $\beta > 1$ el modelo presenta una tasa de fallos creciente, cuando $\beta = 1$ presenta una tasa de fallos constante y cuando $\beta < 1$ el modelo representa una tasa de fallos decreciente. De esta forma, tan solo de este valor se puede obtener información valiosa en cuanto al comportamiento de un componente.

Ahora, en términos de confiabilidad, la ecuación que determina este valor (representado como R(t)) se determina con la siguiente ecuación:

$$R(t) = \int_s^{\infty} f(t)dt = e^{\left[-\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]} \quad (3)$$

Por otra parte, se tiene también la función de distribución acumulativa; la representa la probabilidad de falla (o desconfiabilidad) y se describe como:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{\left[-\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]} \quad (4)$$

Al tener en cuenta estas ecuaciones, existen algunos métodos mediante los cuales se puede obtener el valor de los parámetros de la distribución de Weibull. El método de los mínimos cuadrados (uno de los cinco métodos conocidos) emplea una transformación logarítmica doble de la función acumulativa (ecuación 4), a través de la cual se obtiene una ecuación lineal de regresión, que puede ser graficada de una manera sencilla. La susodicha ecuación⁸ es la siguiente:

$$y = \beta x - b \quad (5)$$

Donde:

$$y = \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - F(t)} \right) \right] \text{ ó } \ln \left(- \left(\ln(1 - F(t)) \right) \right)$$

$$x = \ln(t - \delta), \text{ contiene la variable aleatoria } t$$

$$\beta = \text{Pendiente de la recta de regresión}$$

$$b = \text{Constante, descrita como } b = -\beta \ln(\eta)$$

A partir del valor de la constante b se puede obtener el valor de η , tal y como se observa:

$$b = -\beta \ln(\eta) \rightarrow -\frac{b}{\beta} = \ln(\eta) \rightarrow \eta = e^{-\frac{b}{\beta}}$$

⁸ Refiérase al anexo 3, para ver el desglose matemático de deducción de la ecuación.

Con respecto al parámetro de localización, como se sabe, hace referencia al punto de origen en el tiempo a partir del cual comienza a graficarse la distribución. En este caso, se asume que el periodo histórico que corresponde al registro de la data de fallas inicia en el momento en el que se pone el componente a funcionar y, por lo tanto, se comienza a generar esa data, es decir $t_0 = 0$, por lo que para efectos del análisis se considera ese valor. A partir de este concepto, la ecuación de confiabilidad (ecuación 3) se puede representar de una manera más simple de entender como:

$$R(t) = e^{\left[-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta\right]}, t_0 = 0 \quad (6)$$

Por último, para poder trazar correctamente la recta de regresión, es necesario calcular un valor estimado de la probabilidad de falla. Esto se consigue mediante un valor denominado “rango de mediana”, el cual se basa en el orden de las fallas, por lo que para obtenerlo se debe acomodar en forma ascendente. El rango de mediana (RM) se puede aproximar a través de estimadores matemáticos como la ecuación de Bernard, la cual depende del tamaño de la muestra (n) a analizar, siendo entonces:

$$RM(x_i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4}, n < 20 \quad (7)$$

Donde:

$i =$ Orden de la falla asignado

$n =$ Número total de fallas que componen la muestra

Una vez obtenida la ecuación de regresión lineal y obtenida su gráfica, es importante retomar lo que se mencionó al inicio de esta sección, en cuanto a conocer qué tanto se ajusta el modelo elegido a los datos disponibles. La ecuación de regresión lineal permite minimizar la distancia que existe entre la línea ajustada y los diferentes puntos que representan los datos; en el caso del método de mínimos cuadrados, se logran minimizar todos los residuos al cuadrado.

Es acá donde se debe introducir el concepto de índice o coeficiente de determinación (R^2), el cual es una medida estadística que refleja cuán próximos se encuentran los datos a la línea de regresión ajustada, es decir, representa la bondad de ajuste del modelo que se plantea hacia la variable en cuestión. El R^2 asume valores entre 0 y 1, de manera que cuanto más se acerque a la unidad, mejor se ajusta el modelo a los datos. El coeficiente de determinación posee su propia fórmula para poder calcularlo; sin embargo, se puede obtener también directamente de los datos una vez graficada la ecuación de regresión lineal. En este caso, el valor se tomará de forma directa de la gráfica realizada en Excel.

Además de lo ya mencionado, a partir de estas estimaciones es posible obtener un aproximado del MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) de los componentes, parámetro que está estrechamente ligado a la confiabilidad. Esto permite estimar cada cuánto tiempo es probable que este elemento falle y, por ende, sería recomendable su reemplazo. Mientras más elevado es el valor de este parámetro, más se prolonga el tiempo en el que ocurriría la posible falla, y se maximizará el tiempo muerto por paros en el equipo, es decir, más confiable es este.

Para obtener el MTBF a partir de los parámetros de la distribución de Weibull, se aplica la distribución Gamma, utilizando la siguiente ecuación:

$$MTBF = \eta * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \quad (8)$$

4.3.7 Realización del Cálculo y Modelado a partir de los Datos de la Muestra Elegida

Primeramente, se procedió a obtener los datos de fallas en cada componente a partir del historial de mantenimiento post venta de la empresa MHE. Se decidió tomar en cuenta los datos que se han registrado desde inicios del 2020 hasta la fecha, ya que es a partir de ahí donde el problema se ha acrecentado. Se eligió una cantidad de diez componentes, tomando en cuenta la cantidad de intervenciones y su valor acumulado en inventario. Todos estos componentes son parte de los repuestos que se utilizan en las labores de mantenimiento del apilador ETR335d. Se obtiene lo que se muestra en la figura siguiente:

Equipo: Apilador ETR335d (Jungheinrich)											
Código	Componente	Registro de Tiempo entre Fallas							Cantidad Disponible	Valor Acumulado	
51408536	Kit de Sellos Superior	Tiempo (Meses)	1	8	1	-	-	-	-	16	₡ 359 559,25
51408653	Kit de Sellos Inferior		3	4	5	1	3	7	-	2	₡ 212 216,05
51345541	Arnés de Cámara		4	1	5	8	6	2	-	2	₡ 376 187,92
51534283	Cobertor (Plataforma) para Piso	Tiempo (Semanas)	2	7	4	-	-	-	-	8	₡ 78 500,56
51307870	Manguera de Accesorios		18	9	4	16	-	-	-	2	₡ 306 619,36
51680018	Tubo Flexible		3	12	11	3	6	8	15	17	₡ 2 256 285,17
51416484	Rueda de Cáster		32	16	34	-	-	-	-	9	₡ 1 429 684,47
51368735	Rueda de Carga		4	18	12	10	-	-	-	7	₡ 585 645,54
51420555	Rueda de Tracción		4	12	17	25	-	-	-	5	₡ 1 783 357,62
51404121	Filtro Hidráulico	21	31	15	-	-	-	-	10	₡ 376 357,42	

Figura 26. Registro de Tiempos entre Fallas de la Muestra de Componentes

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Una vez recolectados los datos de fallas de los diez componentes de la muestra, se procede a realizar el cálculo de los parámetros necesarios para la linealización de la distribución de Weibull (hecha en este caso en Excel), siguiendo el proceso que se describe:

- ✓ Se tabularon, en orden ascendente para cada componente, los datos de tiempo recolectados entre fallas.
- ✓ Se calculó el valor de rango de media (RM), haciendo uso de la ecuación 8, el cual resulta en el aproximado de la probabilidad de falla $F(t)$.
- ✓ A partir del valor de $F(t)$ se obtienen los valores del eje “y” utilizando la transformación logarítmica de la ecuación de distribución acumulativa, siendo que $y = \ln(-\ln(1 - F(t)))$.
- ✓ Se obtienen los valores del eje “x” aplicando el logaritmo natural a cada uno de los valores de tiempo de falla, ya que $x = \ln(t - t_0)$.
- ✓ Con la obtención de estos valores se trazó la gráfica de la ecuación de regresión lineal para cada caso.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

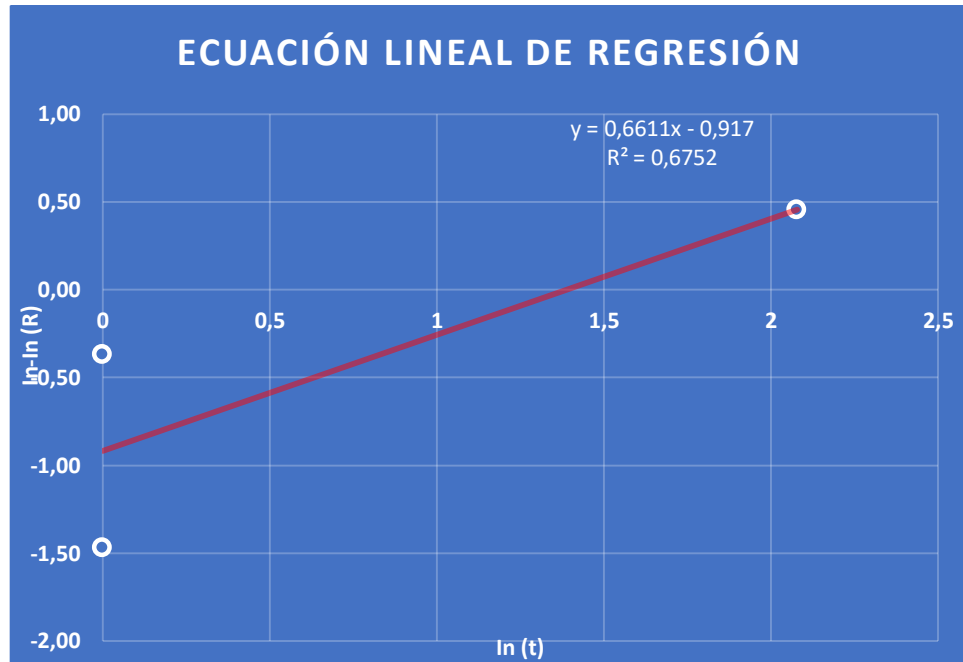


Gráfico 11. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Kit de Sellos Superior
Fuente: Elaboración Propia (2022).

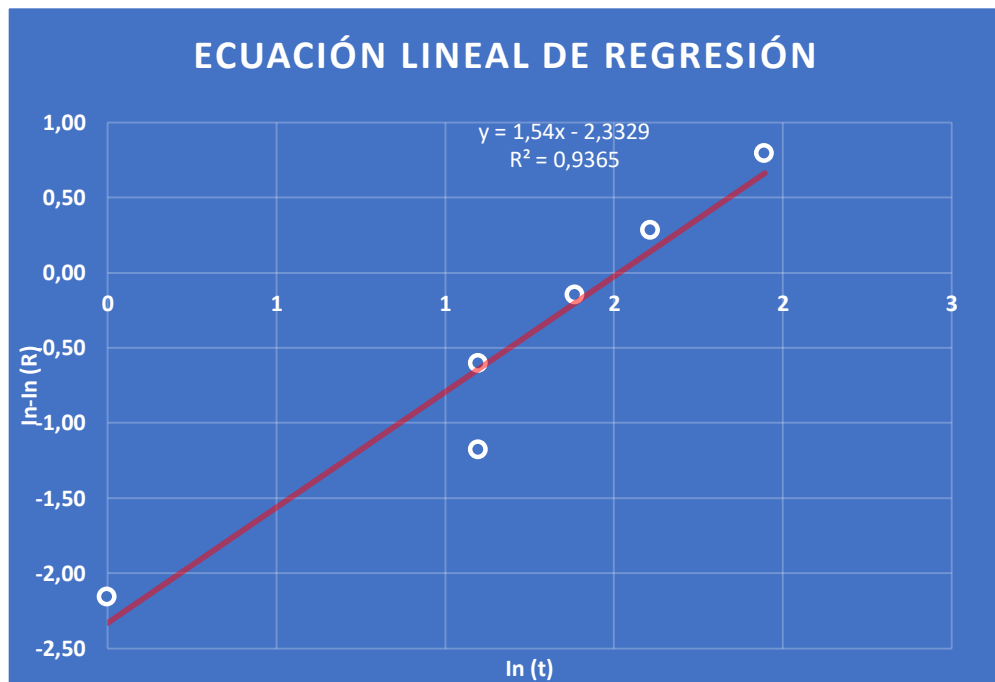


Gráfico 12. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Kit de Sellos Inferior
Fuente: Elaboración Propia (2022).

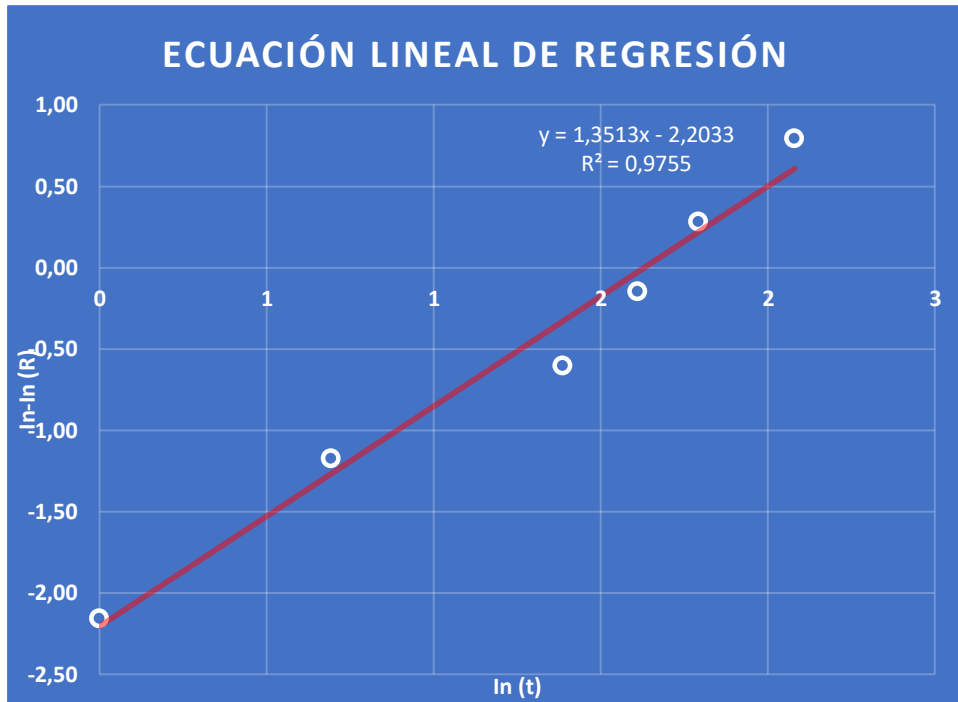


Gráfico 13. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Arnés de Cámara
Fuente: Elaboración Propia (2022).

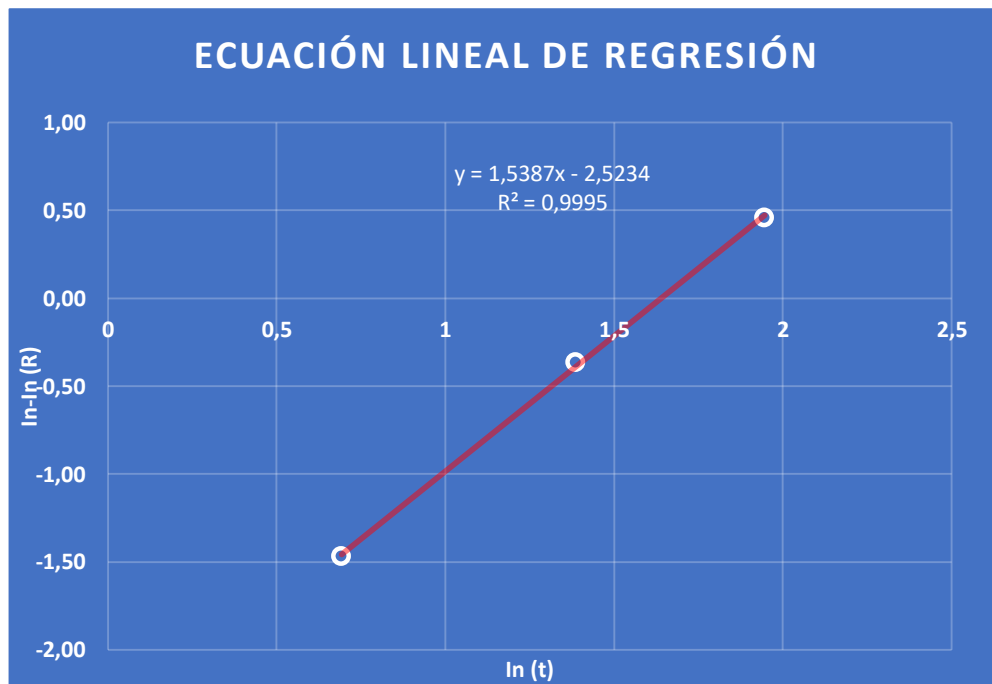


Gráfico 14. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Plataforma para Piso
Fuente: Elaboración Propia (2022).

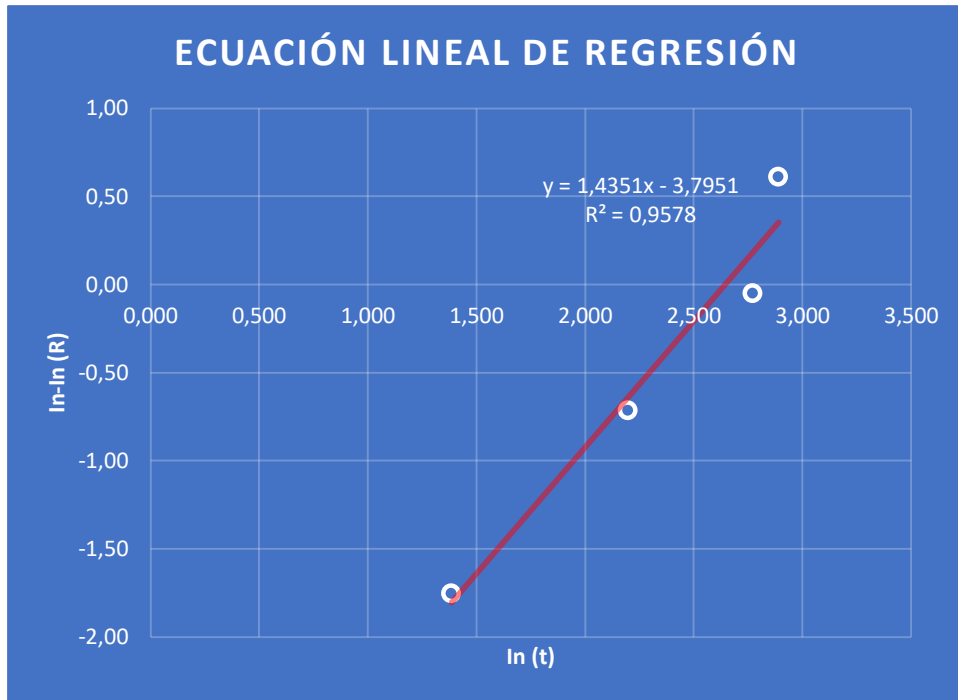


Gráfico 15. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Manguera de Accesorios
Fuente: Elaboración Propia (2022).

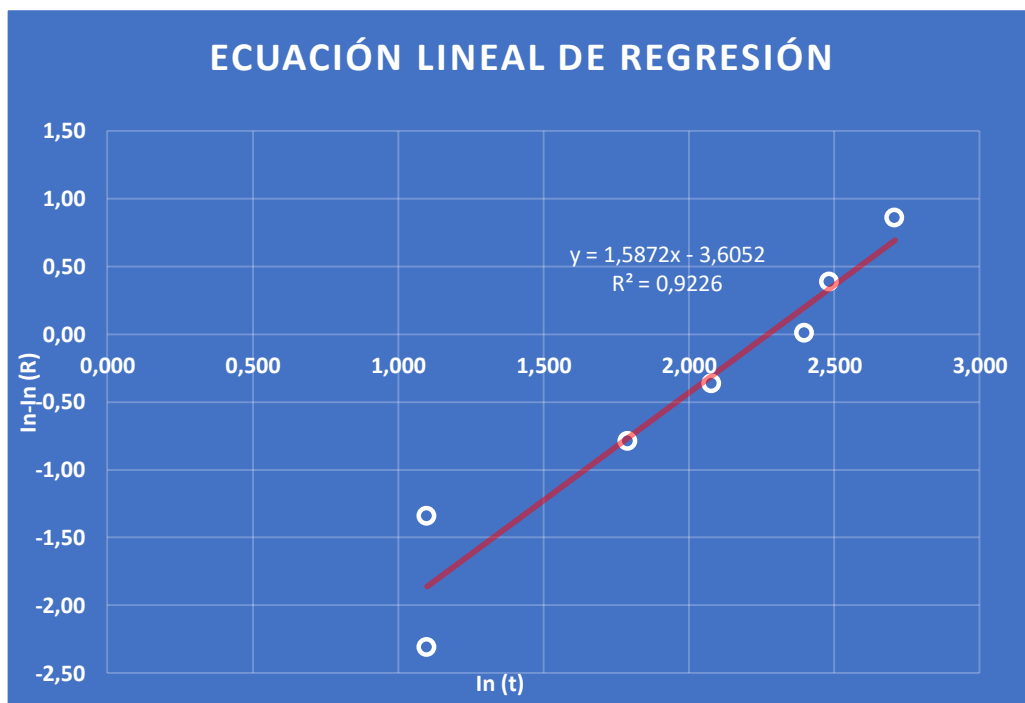


Gráfico 16. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Tubo Flexible
Fuente: Elaboración Propia (2022).

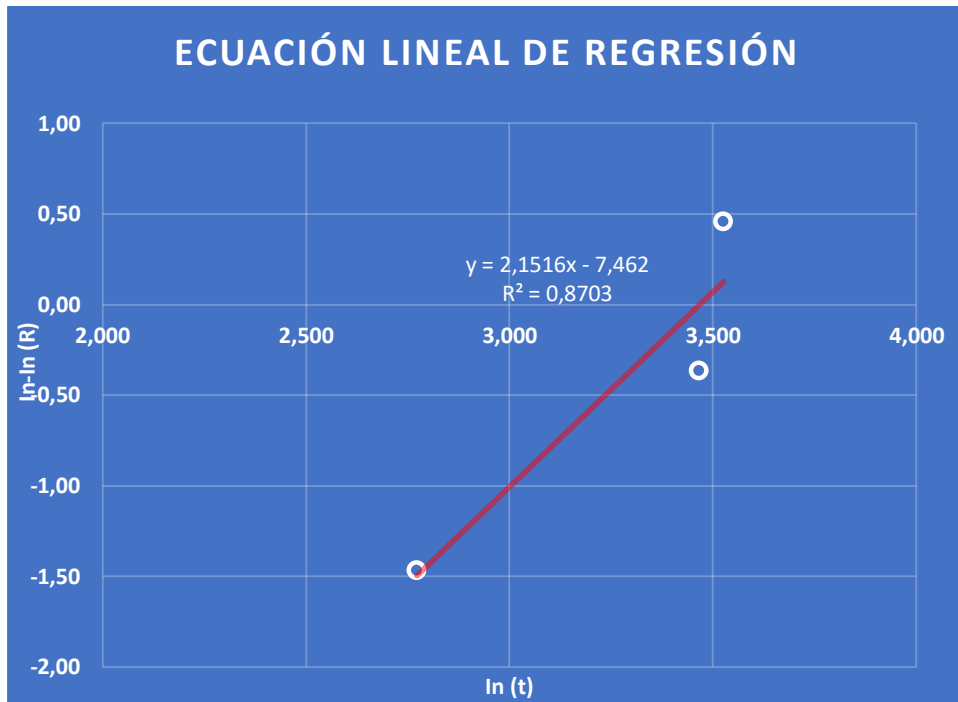


Gráfico 17. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda Caster
Fuente: Elaboración Propia (2022).

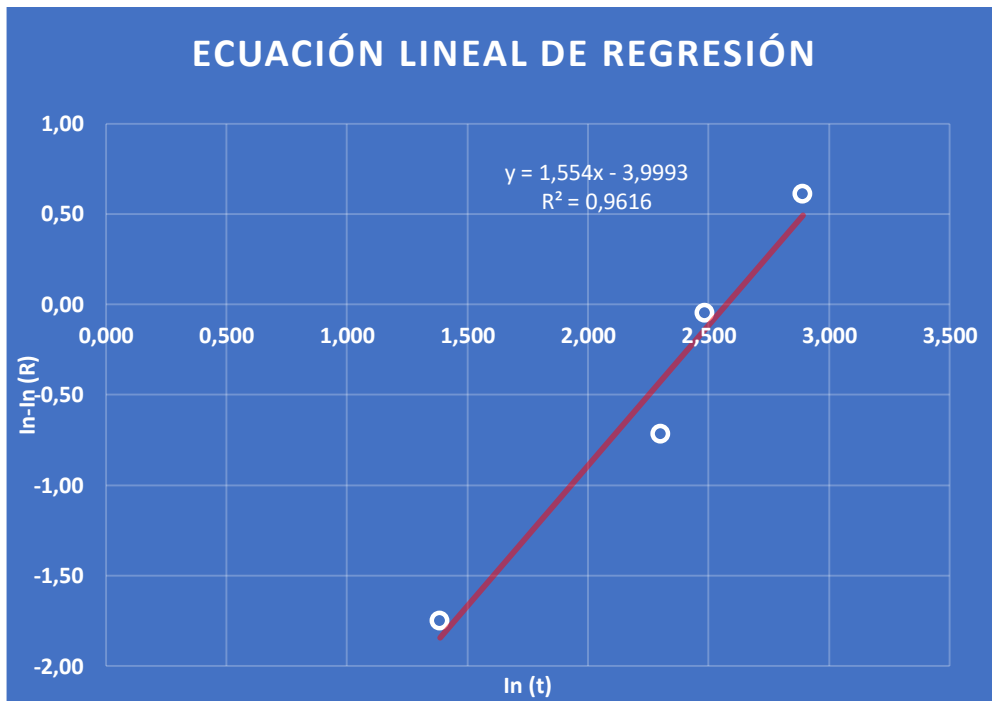


Gráfico 18. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda de Carga
Fuente: Elaboración Propia (2022).

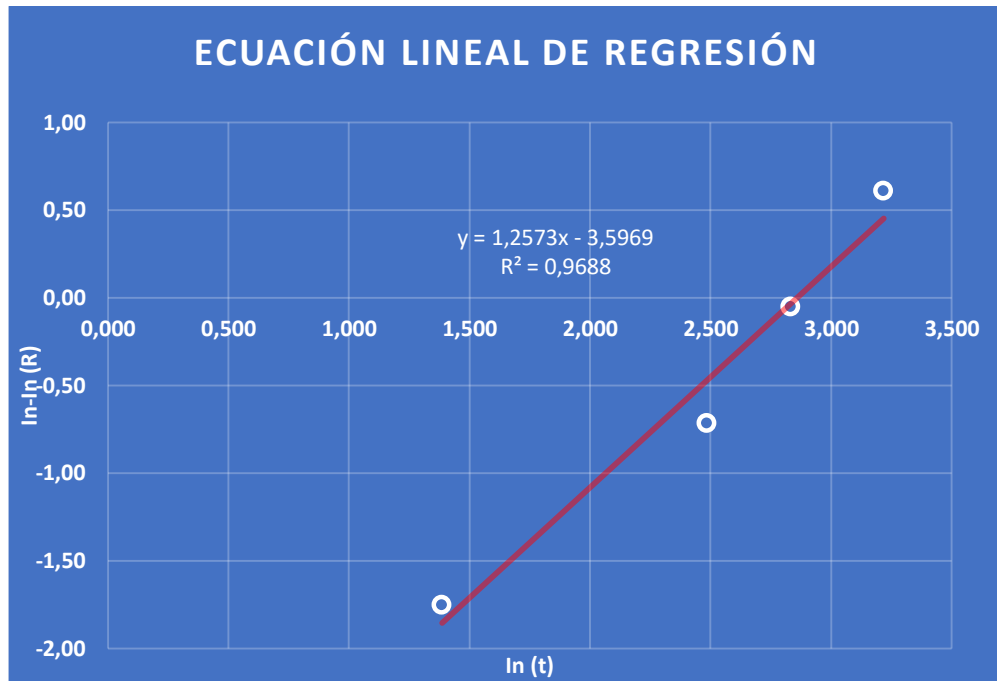


Gráfico 19. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Rueda de Tracción
Fuente: Elaboración Propia (2022).

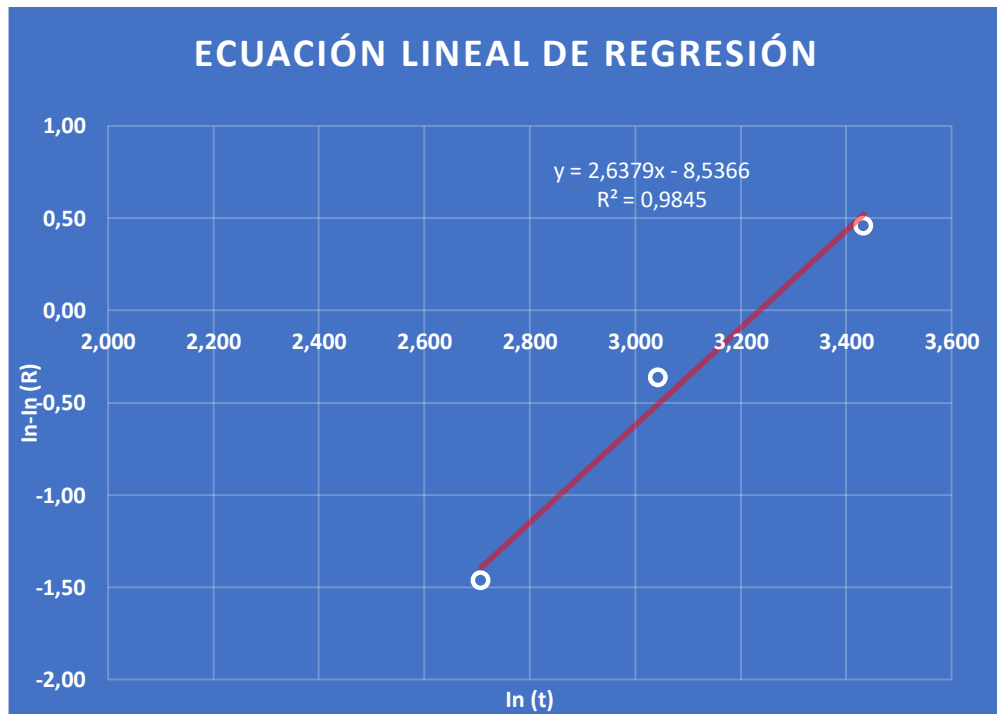


Gráfico 20. Ecuación de Regresión Lineal, Componente: Filtro Hidráulico
Fuente: Elaboración Propia (2022).

De las linealizaciones resultantes se obtienen los parámetros β y η de la distribución de Weibull, siendo β la pendiente de la recta (en este caso el número que acompaña la “x” en cada ecuación de regresión lineal) y η se calcula a partir de la constante b , ya que $\eta = e^{-\frac{b}{\beta}}$. Como se observa en todos los casos (excepto con el kit de sellos superior), el parámetro β es mayor a la unidad ($\beta > 1$), de manera que se tiene una tasa de fallos que aumenta con el tiempo. A partir de este dato, se puede inferir que estos componentes tienen una probabilidad más alta de fallar a medida que pasa el tiempo, por lo que darles seguimiento a estas partes evitaría tener que esperar al mantenimiento correctivo para reparar la falla y/o reemplazar el elemento, porque se puede planificar de acuerdo con la predicción de su comportamiento. Además de lo mencionado, esta planificación permitiría dinamizar el movimiento de las piezas en inventario, ya que se sabría con más certeza en qué momento reemplazar un componente y movilizar el stock almacenado, además de tener mejor claridad en cuanto al reabastecimiento de este.

Se observa también que el índice de determinación (R^2) es superior al 87% en prácticamente todos los casos (siendo la única excepción el kit de sellos superior), por lo que se puede decir que la distribución de Weibull se ajusta de manera adecuada a los datos. En el caso del kit de sellos superior, es posible que se llegue a ajustar también a una distribución exponencial, pues la muestra de datos de tiempos entre fallas es pequeña y varios de esos datos son constantes (se repiten), y su índice de determinación para la distribución de Weibull es de 67%. Como el índice β obtenido es inferior a la unidad ($\beta < 1$), es posible que el ítem presente un comportamiento de falla temprana, lo cual se puede deber a factores como defectos de fábrica en el artículo, instalación incorrecta y/o mala praxis al momento de utilizar el repuesto.

Una vez obtenidos los parámetros, se procede a calcular la confiabilidad $R(t)$ para cada tiempo de falla registrado, utilizando la ecuación 6 para obtener las gráficas que se muestran a continuación:

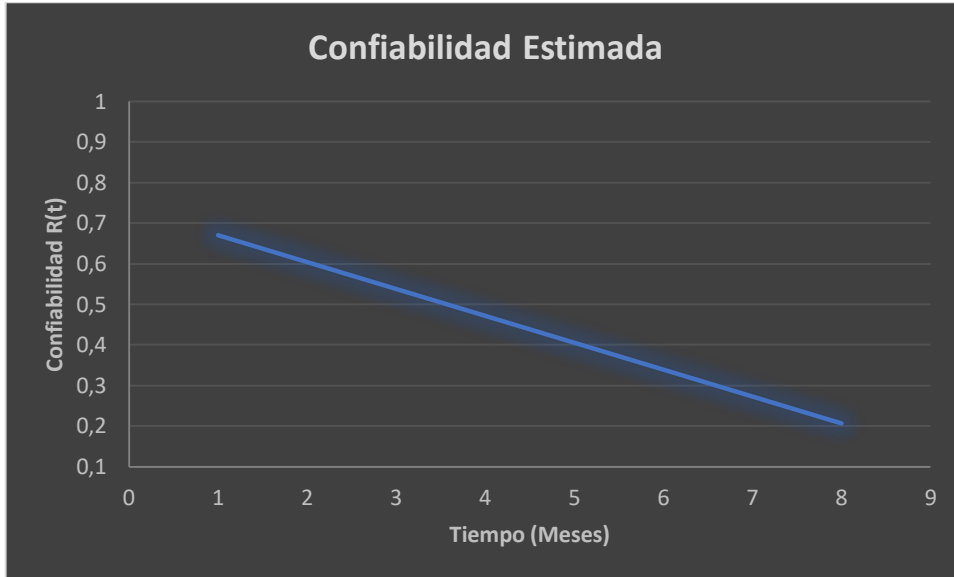


Gráfico 21. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Kit de Sellos Superior
Fuente: Elaboración Propia (2022).

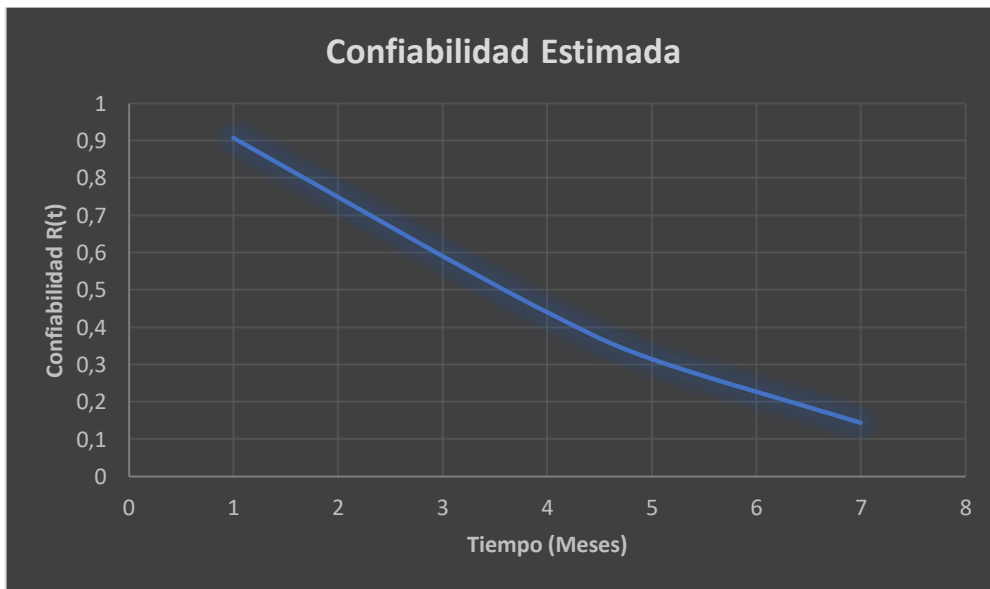


Gráfico 22. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Kit de Inferior
Fuente: Elaboración Propia (2022).

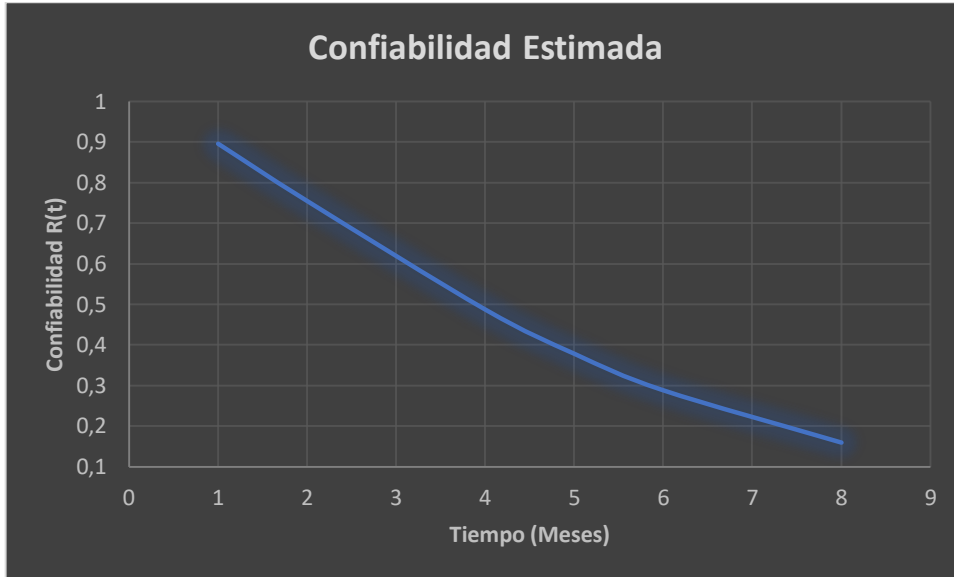


Gráfico 23. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Arnés de Cámara
Fuente: Elaboración Propia (2022).



Gráfico 24. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Plataforma para Piso
Fuente: Elaboración Propia (2022).

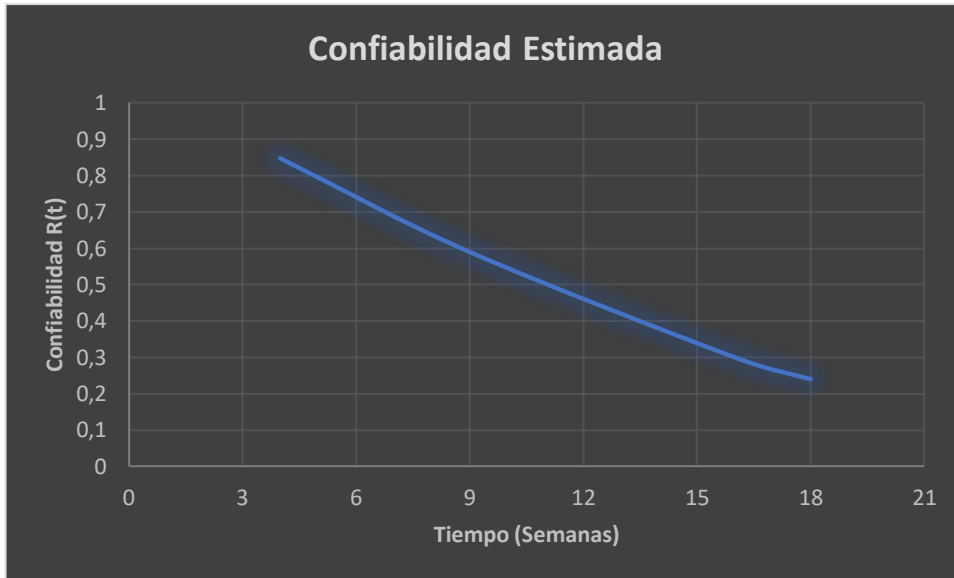


Gráfico 25. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Manguera de Accesorios
Fuente: Elaboración Propia (2022).



Gráfico 26. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Tubo Flexible
Fuente: Elaboración Propia (2022).

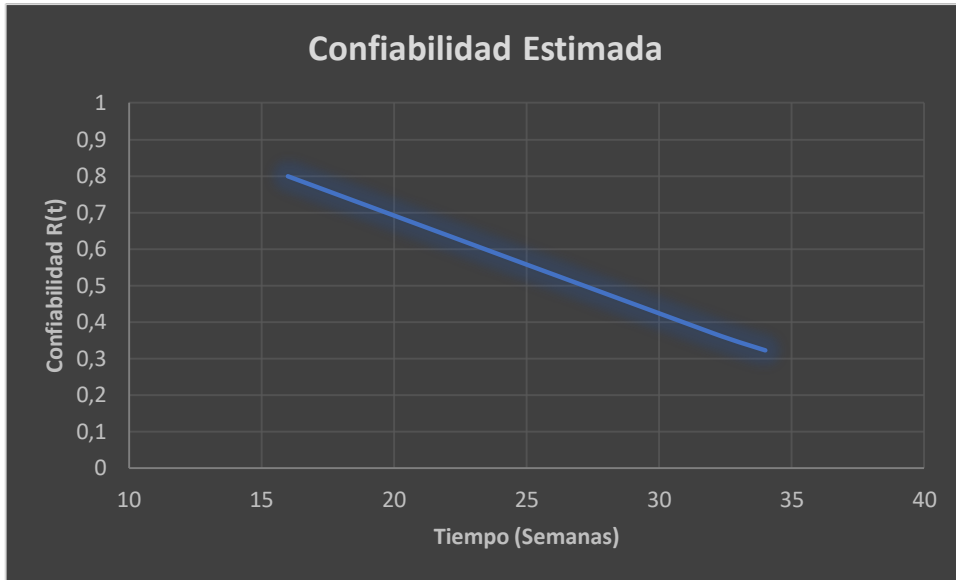


Gráfico 27. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda Caster
Fuente: Elaboración Propia (2022).

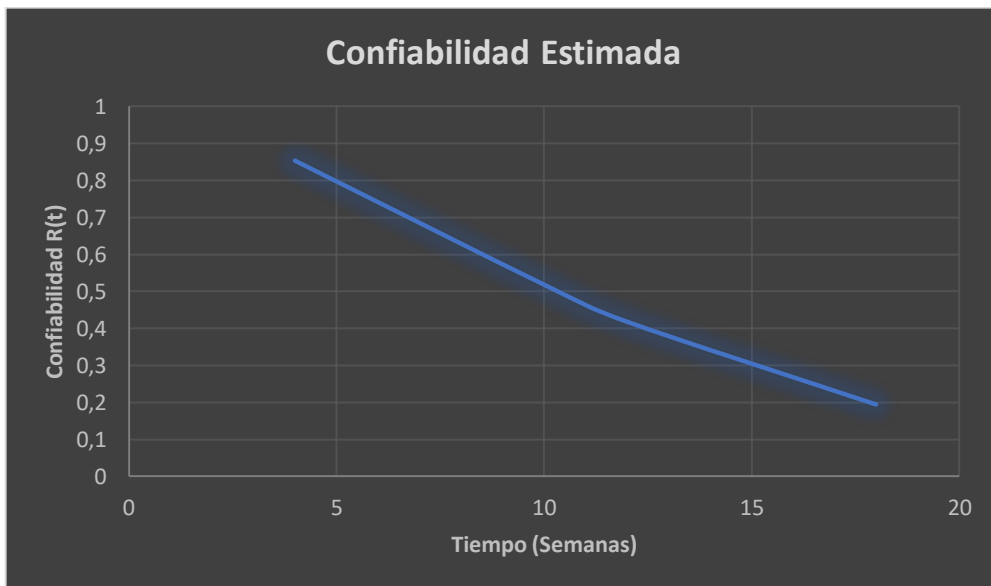


Gráfico 28. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda de Carga
Fuente: Elaboración Propia (2022).

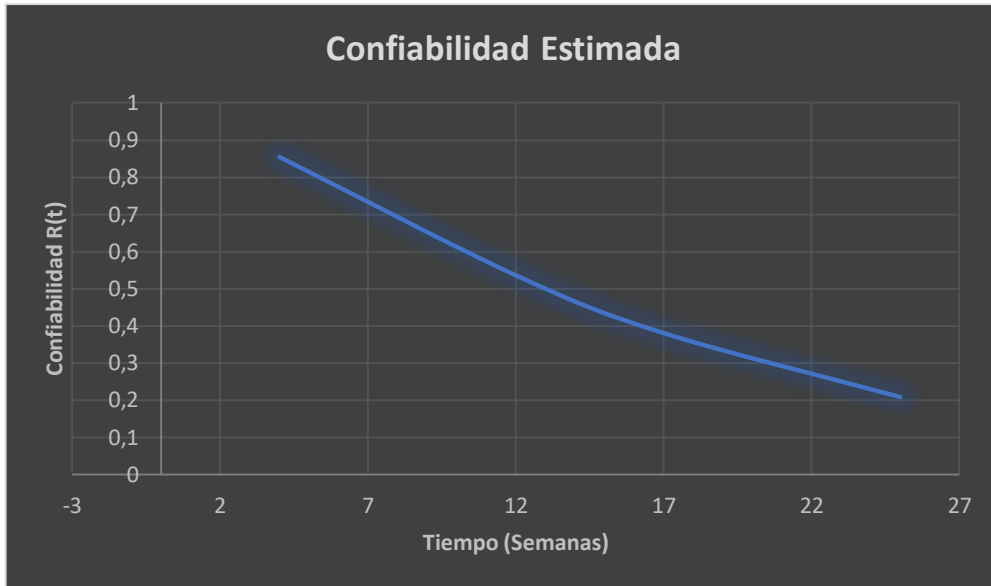


Gráfico 29. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Rueda de Tracción
Fuente: Elaboración Propia (2022).

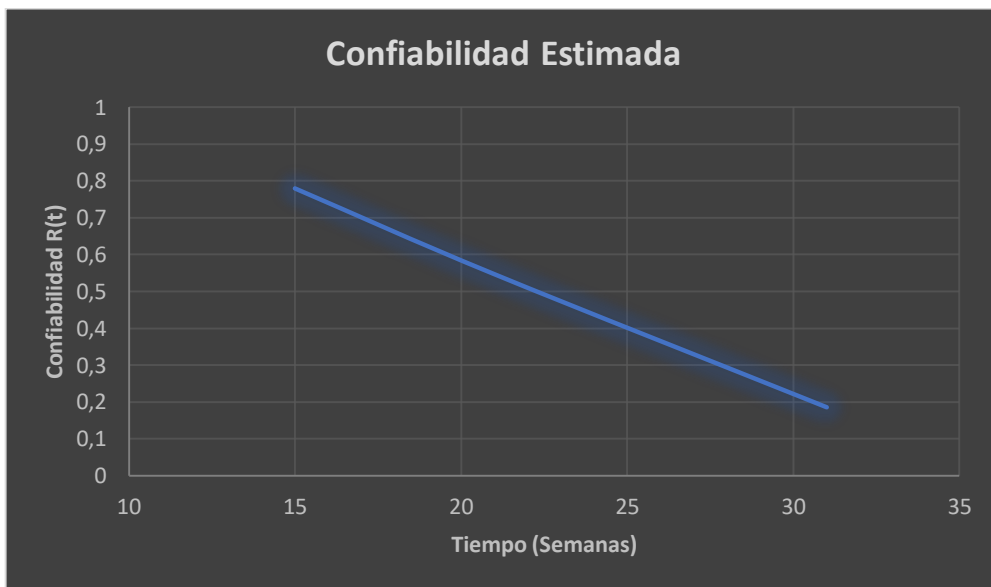


Gráfico 30. Gráfica de Confiabilidad, Componente: Filtro Hidráulico
Fuente: Elaboración Propia (2022).

A través de los gráficos obtenidos, se puede tener un mayor control sobre el comportamiento de los repuestos en el tiempo, de forma que se puede predecir a tiempo una falla y evitar que ocurra. Esto evitará tener que atender “emergencias” por la falla repentina de alguna de las partes, y tener que parar el equipo para realizar el mantenimiento correctivo, ya que se podría dar seguimiento a cada una y recomendar un cambio programado a partir del momento en el que la probabilidad de falla sea potencialmente riesgosa. Esto es muy importante, porque la gran mayoría de los equipos que utilizan los repuestos (apiladores ETR 335d) son vitales para mantener el proceso productivo respectivo, ya que la gran mayoría son utilizados en grandes bodegas y almacenes donde su trabajo es continuo.

Para complementar bien esta parte, se realiza la estimación del MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) utilizando la ecuación 8. Este indicador es muy valioso, porque aproxima el tiempo en el que el repuesto es más propenso a fallar, por lo que se puede decir que resume en cierta forma la información que se muestra en las gráficas de confiabilidad. Además, se puede tomar este valor como insumo para la determinación de los indicadores de inventarios, ya que da una idea sobre el posible consumo que habrá de cada ítem y así planificar su abastecimiento. A continuación, se muestra un resumen del MTBF obtenido en cada caso:

Tabla 8. Valores de MTBF Obtenidos para cada Componente

Código	Componente	MTBF Estimado (Meses)	Probabilidad de Falla
51408536	Kit de Sellos Superior	5	60%
51408653	Kit de Sellos Inferior	4	58%
51345541	Arnés de Cámara	5	63%
51534283	Plataforma para Piso	5	60%
51307870	Manguera de Accesorios	3	57%
51680018	Tubo Flexible	2	58%
51416484	Rueda Caster	7	57%
51368735	Rueda de Carga	3	57%
51420555	Rueda de Tracción	4	61%
51404121	Filtro Hidráulico	6	53%

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Hay que destacar también que, en el manual del equipo, el fabricante recomienda dar una revisión a cada una de estas partes una vez que se hayan alcanzado las 1000 horas de uso (solamente en el caso del filtro hidráulico se recomienda la revisión a las 2000 h de uso), por lo que se puede decir que los valores de MTBF obtenidos, en buena medida, respetan esa característica.

4.3.8 Estimación de Indicadores para la Administración del Inventario a partir del Modelado Obtenido

Como se mencionó anteriormente, se puede deducir aproximadamente el consumo que se ha de tener de cada ítem, utilizando el dato de MTBF. Para esto se toma también en cuenta el número de clientes “activos”⁹ que posee la empresa MHE (alrededor de 14 clientes), ya que cada uno representa una oportunidad de consumo (rotación) de cada repuesto. De esta forma se deduce un consumo promedio mensual, y a partir de ello se calculan los principales indicadores de control del inventario, de una manera similar a como se realizó en la sección 4.3.4. Se obtienen los siguientes datos:

Código	Componente	N° Clientes	14	Plazo Mínimo de Entrega (Meses)	Plazo Máximo de Entrega (Meses)	Existencia Mínima	Existencia Máxima	Stock de Seguridad	Punto de Reorden
		MTBF (meses)	Consumo Mensual Aproximado						
51408536	Kit de Sellos Superior	5	3	0,5	0,73	2	4	1	3
51408653	Kit de Sellos Inferior	4	4	0,5	0,73	3	5	1	3
51345541	Arnés de Cámara	5	3	0,5	0,73	2	4	1	3
51534283	Cobertor (Plataforma) para Piso	5	3	0,5	0,73	2	4	1	3
51307870	Manguera de Accesorios	3	5	0,5	0,73	3	7	1	4
51680018	Tubo Flexible	2	7	0,5	0,73	5	10	2	7
51416484	Rueda de Cáster	7	2	0,5	0,73	1	3	0	2
51368735	Rueda de Carga	3	5	0,5	0,73	3	7	1	4
51420555	Rueda de Tracción	4	4	0,5	0,73	3	5	1	3
51404121	Filtro Hidráulico	6	2	0,5	0,73	2	3	1	2

Figura 27. Indicadores de Control del Inventario Calculados a partir del Modelo Obtenido

Fuente: Elaboración Propia (2022).

A partir de la obtención de estos indicadores, se puede desarrollar un mejor control del inventario, tomando en cuenta las necesidades que existen tanto en este departamento como en el área de mantenimiento, en cuanto a la generación de valor de los activos y su desempeño.

⁹ Se toman en cuenta para este caso a aquellos clientes a quienes se les realizó un servicio al menos una vez desde enero de 2020. Estos son clientes a los que potencialmente se les puede sugerir un cambio de repuesto, según el análisis de fallas y el MTBF obtenido.

4.3.9 Propuesta de Valor del Plan Piloto

En este punto se tienen ya las herramientas necesarias para proponer una solución práctica al problema planteado al inicio de este documento. Desde el punto de vista económico, la manera más sencilla de conocer los beneficios de la propuesta planteada es a través del comportamiento del impacto económico que puede llegar a generar, de ser aplicada. En el caso de los activos que hay, al ser repuestos, el valor potencial que poseen será de provecho una vez que logren ser vendidos a los clientes, y dejen de suponer un dinero estancado dentro de la bodega.

Para visualizarlo mejor, a continuación se comparará el comportamiento de las ventas de cada uno de los diez ítems elegidos a lo largo de los últimos doce meses, en contraste con la proyección de ventas según el sistema que se propone:

Comportamiento Económico (Últimos 12 meses)				Mas Utilidad	30%
Código	Componente	Precio unitario	Precio Potencial para Venta	Perticipación en Venta (Anual)	Valor Acumulado Actual en Stock
51408536	Kit de Sellos Superior	₡ 29 953,22	₡38 939,19	₡77 878,38	₡ 359 559,25
51408653	Kit de Sellos Inferior	₡106 108,03	₡137 940,43	₡443 408,25	₡ 212 216,05
51345541	Arnés de Cámara	₡188 093,96	₡244 522,15	₡2 200 699,33	₡ 376 187,92
51534283	Cobertor (Plataforma) para Piso	₡ 9 812,57	₡12 756,34	₡38 269,02	₡ 78 500,56
51307870	Manguera de Accesorios	₡153 309,68	₡199 302,58	₡3 466 390,34	₡ 306 619,36
51680018	Tubo Flexible	₡132 764,52	₡172 593,88	₡6 040 785,66	₡ 2 256 285,17
51416484	Rueda de Cáster	₡158 853,83	₡206 509,98	₡7 227 849,27	₡ 1 429 684,47
51368735	Rueda de Carga	₡ 83 663,65	₡108 762,74	₡9 040 880,16	₡ 585 645,54
51420555	Rueda de Tracción	₡356 671,53	₡463 672,99	₡11 128 151,74	₡ 1 783 357,62
51404121	Filtro Hidráulico	₡ 37 635,74	₡48 926,46	₡831 517,83	₡ 376 357,42
Valor Total de Venta Anual				₡40 495 829,98	
Valor Total Actual Acumulado en Stock				₡7 764 413,36	

Figura 28. Comportamiento Económico de los Ítems (Últimos doce Meses)

Fuente: Elaboración Propia (2022). (A partir del Último Consolidado de Información de la Empresa, 2021)

Para entrar un poco en contexto, el precio unitario es el valor original que se paga por cada ítem al realizar un pedido (en este caso todos se deben traer desde Alemania, caza matriz); el precio de venta final incluye un porcentaje de “utilidad” que la misma empresa agrega por concepto de impuestos, flete y otros costos adicionales, el cual es de un 30% del precio base.

A partir de ese valor la empresa estima, de acuerdo con el consumo que se tenga, el valor de ventas que hubo, así como el valor que aún queda en stock. Como se observa, el valor total generado durante el último año es de ₡40 495 829,98 y en stock permanece una cantidad de ₡7 764 413,36.

Mediante la propuesta se lograría obtener el siguiente comportamiento:

Proyección de Comportamiento Económico (12 meses plazo)					Mas Utilidad	30%	
Código	Componente	Precio unitario	Precio Potencial para Venta	Potencial de Participación en Venta (Mensual)	Potencial Perticipación en Venta (Anual)	Valor Máximo en Stock	Valor Promedio en Stock
51408536	Kit de Sellos Superior	₡ 29 953,22	₡38 939,19	₡109 029,73	₡1 308 356,81	₡159 183,41	₡104 668,54
51408653	Kit de Sellos Inferior	₡106 108,03	₡137 940,43	₡482 791,51	₡5 793 498,17	₡704 875,61	₡463 479,85
51345541	Arnés de Cámara	₡188 093,96	₡244 522,15	₡684 662,01	₡8 215 944,17	₡999 606,54	₡657 275,53
51534283	Cobertor (Plataforma) para Piso	₡ 9 812,57	₡12 756,34	₡35 717,75	₡428 613,06	₡52 147,92	₡34 289,04
51307870	Manguera de Accesorios	₡153 309,68	₡199 302,58	₡930 078,73	₡11 160 944,70	₡1 357 914,94	₡892 875,58
51680018	Tubo Flexible	₡132 764,52	₡172 593,88	₡1 208 157,13	₡14 497 885,58	₡1 763 909,41	₡1 159 830,85
51416484	Rueda de Cáster	₡158 853,83	₡206 509,98	₡413 019,96	₡4 956 239,50	₡603 009,14	₡396 499,16
51368735	Rueda de Carga	₡ 83 663,65	₡108 762,74	₡507 559,47	₡6 090 713,62	₡741 036,82	₡487 257,09
51420555	Rueda de Tracción	₡356 671,53	₡463 672,99	₡1 622 855,46	₡19 474 265,54	₡2 369 368,97	₡1 557 941,24
51404121	Filtro Hidráulico	₡ 37 635,74	₡48 926,46	₡114 161,75	₡1 369 941,01	₡166 676,16	₡109 595,28
Valor Total Potencial de Venta Anual					₡73 296 402,15		
Valor Total Máximo Acumulado en Stock					₡8 917 728,93		
Valor Promedio Esperado en Stock					₡5 863 712,17		

Figura 29. Proyección de Comportamiento Económico según la Propuesta para doce Meses

Fuente: Elaboración Propia (2022).

De igual manera, se calcula el valor del precio final de venta agregando el porcentaje de “utilidad” que maneja la empresa, y se estima un potencial de venta mensual y anual. Con base en los datos de consumo de la figura 28, se obtiene un potencial de venta de ₡73 296 402,15 y un valor promedio en stock (que sería al menos igual a la suma de la existencia mínima más el stock de seguridad) de ₡5 863 712,17. Esto significa que el valor promedio de existencias se vería reducido en aproximadamente un 24% del registrado en el último año, debido al movimiento continuo del inventario que se tendría.

Se muestra también un valor máximo que eventualmente podría haber, el cual representa el máximo posible de existencias que podrían estar al mismo tiempo almacenadas en bodega, obtenido a partir de los datos de máximos de la figura 26, aunque cabe destacar que este escenario es poco probable, a causa de que se espera que exista un flujo constante de ítems, de forma que en la mayoría del tiempo podría considerarse que exista en bodega una cantidad de elementos en promedio

similar a la que se menciona anteriormente (aproximada al punto de reorden). Por otra parte, también el valor generado en ventas aumentaría en aproximadamente un 45%, considerando que se pueda alcanzar la venta a todos los clientes potenciales y acoplándose al sistema.

Adicionalmente, se podría obtener una mejora en los indicadores generales que se muestran en la tabla 3 (sección de marco metodológico) obteniendo los siguientes resultados:

A. Índice de Rotación

Este indicador se obtiene a partir de los valores totales de ventas (consumo) y el valor promedio de las existencias en el inventario para cada escenario, como se muestra:

Periodo	Índice de Rotación
Últimos 12 Meses	5,22
Proyección Según Propuesta	9,917
Índice de Mejora	1,9

Figura 30. Comparación del Índice de Rotación Obtenido

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Cuanto mayor es el ratio obtenido, mayor es el beneficio que se alcanza, ya que esto indica que la inversión hecha sobre inventario se recupera más rápidamente en el tiempo, al mantener un flujo constante de entradas y salidas, es decir, un mejor nivel de ventas.

Como se observa en la figura, el índice de rotación, según la propuesta, mejoraría en casi el doble al modelo actual, pasando de tener una frecuencia de consumo en promedio cada 2,3 meses a cada 1,2. Con esto se pueden diseñar nuevas estrategias, mediante las que se pueda alinear bien este tiempo promedio de rotación con el tiempo en el que se adquiere un nuevo stock, de manera que se garantice el flujo de ítems de acuerdo

con lo planeado; por ejemplo: acortando los tiempos de entrega de cada pedido para que puedan estar disponibles en el momento justo, o bien realizando pedidos de lotes más grandes cada cierto tiempo, sabiendo que estos van a tener una tasa de rotación adecuada entre cada pedido.

B. Disponibilidad del Inventario y Cobertura del Stock

Para entender el valor agregado, en este apartado hay que comparar la cantidad de ítems que se tienen disponibles en bodega, y el tiempo en el que cada uno de ellos se convertirá en utilidades. En la empresa se considera un artículo como disponible una vez que esté inventariado y costado (dado su precio de venta final); en este sentido, se puede considerar que todo el inventario actual existente está disponible. El tiempo de cobertura del stock es el periodo durante el que este inventario disponible alcanzaría para suplir la demanda, por lo que si esta es baja el volumen de inventario disponible, en su mayoría, estaría estancado. En el último periodo, el comportamiento de estos indicadores fue similar a lo descrito; hay disponibilidad de ítems, con una cobertura del stock para varios meses, pero con un consumo muy bajo o del todo inexistente. La propuesta pretende cambiar esta posición, teniendo un promedio de consumo conocido y constante, de forma que, según el comportamiento esperado, los ítems ociosos generen valor, como se muestra en la siguiente figura:

Código	Componente	Cantidad Disponible	Meses Cobertura
51408536	Kit de Sellos Superior	16	5,7
51408653	Kit de Sellos Inferior	2	0,6
51345541	Arnés de Cámara	2	0,7
51534283	Cobertor (Plataforma) para Piso	8	2,9
51307870	Manguera de Accesorios	2	0,4
51680018	Tubo Flexible	17	2,4
51416484	Rueda de Cáster	9	4,5
51368735	Rueda de Carga	7	1,5
51420555	Rueda de Tracción	5	1,4
51404121	Filtro Hidráulico	10	4,3

Figura 31. Comportamiento Esperado de la Disponibilidad y Cobertura del Stock

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Los meses de cobertura señalan el tiempo en el que los componentes disponibles se lograrían utilizar de acuerdo con el consumo esperado, y a partir de ahí se puede adoptar el nuevo sistema en cuanto cada uno vaya aproximándose al punto de reorden. Por ejemplo, en el caso de aquellos ítems que tienen un tiempo de cobertura menor y una cantidad disponible similar al mínimo, se puede valorar la adquisición de un nuevo stock pronto (como el caso del kit de sellos inferior, el arnés de cámara o la manguera de accesorios) y, en el caso de aquellos con una cobertura más prolongada, de igual forma se puede aplicar el mismo ejercicio según se considere necesario. De esta manera se logra que los activos ociosos puedan comenzar a generar valor.

C. Costo del Inventario Ocioso

Este indicador es una resultante directa de todo lo ya mencionado; al obtener una estrategia en la que se genera un flujo de ventas constante, es natural que los niveles del inventario se logren estabilizar hasta alcanzar un equilibrio entre lo que entra y lo que sale. En este caso, esto se traduce en una reducción del valor acumulado en stock que no está generando valor. La medida de tiempo en la que este valor acumulado se reduce será proporcional a lo que tardará el stock ocioso en ir generando utilidades, por lo que en un periodo no mayor a seis meses (de acuerdo con la figura 30) se obtendría:

Periodo	Costo de Inventario Ocioso
Últimos 12 Meses	₪ 7 764 413,36
Proyección Según Propuesta	₪ 5 863 712,17
Índice de Mejora	24%

Figura 32. Comparación del Valor del Inventario Ocioso

Fuente: Elaboración Propia (2022).

A partir de ese punto el valor en stock se comportará de acuerdo con lo que se propone.

4.3.10 Establecimiento de los Objetivos del SGA

El propósito, en primera instancia, de ISO 55000, en el apartado de planificación, es hacer énfasis en la relación que existe entre la gestión del riesgo y la gestión de activos. A través de toda esta sección, se ha podido detallar la manera en la que el sistema de gestión de activos puede alcanzar los resultados esperados, tomando en cuenta las diferentes variables.

Los objetivos del SGA deben ser medibles, por lo que los indicadores obtenidos suponen un insumo importante para poder establecerlos y que sean de relevancia. Una vez establecidos, la persona o departamento encargado del desarrollo del SGA definirá las acciones necesarias para alcanzarlos, tomando en cuenta los detalles de coordinación, comunicación y demás aspectos importantes. En la siguiente tabla se sugieren algunas ideas de objetivos que se pueden emplear en este caso:

Tabla 9. Ideas Generales para los Objetivos del SGA

Objetivo	Indicador	Estrategias
Mantener un ratio de rotación del inventario superior a 9, para lograr un flujo constante que garantice un nivel óptimo del stock.	Índice de Rotación	Acortar los tiempos de entrega, mantener niveles óptimos de stock, conocer con precisión la demanda, realizar un seguimiento minucioso del inventario llevando un control mediante un cycle count diario,
Garantizar una disponibilidad del inventario que supla la demanda existente, manteniendo un nivel de stock adecuado.	Índice de Disponibilidad del Stock	apoyarse de ser necesario en un software especializado, mantener una buena gestión de la información histórica, con lo cual se podrán ir detectando problemas o puntos de mejora y tomando decisiones importantes.
Mantener una buena gestión del mantenimiento, que garantice la utilización adecuada y a tiempo de los ítems, para que se cumplan los pronósticos de consumo y ventas.	MTBF	

Lograr un incremento en las ventas con respecto a los periodos anteriores, con el fin de aumentar la rentabilidad.	Índice de Rentabilidad	
--	------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Además de los mencionados en la tabla 9, la norma INTE/ISO 55002:2020 (pp. 21-22) sugiere también tomar en cuenta otros factores, algunos de los cuales son:

Para la gestión de activos:

- El costo total de la propiedad
- El cumplimiento de los términos y condiciones del contrato
- El impacto ambiental (si se amerita)
- Los niveles de servicio y satisfacción del cliente
- La demanda futura
- El retorno sobre la inversión.

Para los activos/portafolio de activos como tales:

- El desempeño de los activos (por ejemplo, tiempo en marcha, eficiencia)
- El costo unitario de producto o servicio
- La fiabilidad, incluidas la confiabilidad y la mantenibilidad (por ejemplo, tiempo medio/ distancia entre fallas, seguridad informática)
- La condición del activo
- El costo total de la propiedad y los costos del ciclo de vida
- El desempeño energético del activo (según se considere)

4.4 Cláusula 7: Soporte

En el apartado denominado “soporte” (ISO 55002: 2020) o “apoyo” (ISO 55001: 2015), el objetivo primordial es abarcar aquellas áreas que en la mayoría de los casos no forman parte de las actividades centrales de negocio en la empresa; sin embargo, estimulan el buen desempeño de los activos, tales como las áreas de asignación de recursos disponibles, competencia y conciencia del personal y todo lo relacionado con la documentación, control y comunicación de la información. Esta cláusula, si bien no abarca áreas más técnicas en cuanto al proceso productivo y de planificación de actividades, puede funcionar como una serie de recomendaciones adicionales al sistema productivo, que podrían potenciar y facilitar el funcionamiento normal de este, es decir, son un refuerzo hacia las estrategias de generación de valor.

4.4.1 Recursos

La normativa en esta sección establece dos parámetros claros respecto a la asignación de recursos:

- La organización debe determinar cuáles son los recursos para el establecimiento, mantenimiento y mejoras continuas del sistema de gestión de activos, lo cual debería llevarse a cabo desde el momento en el que se empiezan a establecer los objetivos y las actividades para lograrlos.
- La organización debe proveer todos los recursos que se consideren necesarios para la implementación de estas actividades, las cuales deben estar plasmadas en el plan de gestión de activos.

Con base en ello, lo más recomendado sería delegar a una persona encargada de la asignación de los recursos, elaborando un rubro en el presupuesto (si se considera pertinente) destinado a la implementación, mantenimiento y mejora continua del SGA. Es importante considerar algunos aspectos básicos como los siguientes:

- ✓ El nivel de formación y de competencia de las personas designadas para realizar las actividades que están dentro del alcance de los objetivos de gestión, dado que esto implicaría invertir en recursos para capacitaciones y formación, o incluso la disposición de nuevo personal.
- ✓ Factores externos que puedan afectar el desenvolvimiento del PGA. Cualquier hallazgo se debe modificar y mejorar, asumiendo los gastos que esto conlleva, de ser necesario.
- ✓ El sistema de documentación y comunicación de la información, ya que esto conllevaría en el gasto, ya sea en papelería o en software especializado (si aplica) y en los medios para llevar a cabo la comunicación, si no se cuenta con uno.
- ✓ Cualquier costo asociado a la adquisición y/o renovación de los activos dentro de su ciclo de vida, incluyendo desde los costos de mantenimiento de estos hasta el costo del personal, quien se encarga de su administración.

4.4.2 Competencias

Las competencias del personal son muy importantes para garantizar que quienes tienen parte en el desarrollo e implementación del sistema de gestión de activos estén realmente capacitados para realizar sus tareas. Para ello es necesario crear mecanismos ágiles que puedan hacer frente a aspectos como el relevo generacional, el desarrollo constante de nuevas competencias, el surgimiento de nuevos desafíos y la incorporación de nuevos talentos, de manera que se pueda mantener la sostenibilidad del sistema.

En este contexto, existen dos conceptos que van de la mano y es necesario saber identificar: competencia y desempeño. El primero puede definirse como el conjunto de conocimientos, habilidades y aptitudes que permiten realizar roles y situaciones de trabajo con un buen nivel de eficiencia. Dentro de estos se pueden diferenciar dos clases de perfiles de competencias: las de primer orden son aquellas que tratan de abarcar las diversas condiciones que el puesto de trabajo exige (factores clave de complemento), y las de segundo orden, que reflejan las aptitudes y requerimientos propios o auténticos de ese puesto de trabajo.

El segundo concepto hace referencia a la manera en la que el personal utiliza todas las competencias a su haber, con tal de cumplir adecuadamente con su trabajo, y representa una forma de evaluación y mejora. La figura siguiente muestra de una forma básica cómo debe ser la secuencia de evaluación del desempeño, en cuanto al manejo de las competencias:



Figura 33. Secuencia de la Evaluación del Desempeño del Personal

Fuente: Dirección Estratégica de RRHH, FUNDIPE (2014, p. 11)

Por su parte, la normativa ISO 55000, en resumidas cuentas, dispone lo que sigue:

- Se deben determinar las competencias necesarias de las personas que realizan las diversas tareas, asegurando que estas sean competentes sobre la base de una adecuada educación, formación o experiencia; esto con el objeto de priorizar a las personas y su conocimiento clave para el sistema de gestión de activos.
- Elaborar un plan, mediante el cual se puedan identificar las actividades donde es necesario incrementar el nivel de conocimiento, de manera que pueda abrirse la oportunidad de realizar capacitaciones. La conservación y revisión de esta información es importante para tener conocimiento de las necesidades y requisitos de competencia, actuales y futuros.

- Definir un sistema, mediante el cual se pueda incentivar la participación y el buen desempeño del personal, para motivar al equipo de trabajo en el desarrollo de sus tareas.
- Tomar en cuenta al ejecutar las estrategias el ciclo de mejora continua (planear, hacer, verificar, actuar), de manera que exista un funcionamiento eficiente.

Se muestra a continuación un esquema que ilustra las etapas de una estrategia de desarrollo de competencias, utilizando el marco de competencias propuesto por el IAM (Institute of Asset Management). Este puede facilitar el identificar con más claridad las necesidades de formación y desarrollo de las competencias de cada perfil funcional.



Figura 34. Esquema estratégico para el Desarrollo de Competencias y Conocimiento en el SGA

Fuente: The Institute of Asset Management (IAM) (2015, p. 13).

Adicionalmente, para evaluar el desempeño de las competencias, se pueden utilizar diversos indicadores de gestión del talento humano; esto con el fin de poder medir y cuantificar el rendimiento del personal en función de las metas y objetivos propuestos, analizar las capacidades que posee cada perfil y los resultados de los procesos de formación.

Algunas sugerencias de indicadores de este tipo que se pueden emplear se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 10. Indicadores Sugeridos para la Evaluación de las Competencias

Indicador	Descripción	Medición
Análisis de Potencial	Permite conocer la proyección profesional que tiene el personal en relación con las exigencias que requiere un trabajo, según su perfil.	$\frac{\text{Nº Empleados con potencial de suceder otros}}{\text{Total de Empleados}}$
Evolución del Nivel de Desempeño	Refleja el nivel de desempeño global de las funciones desarrolladas por las personas en su puesto de trabajo.	$\frac{\text{Nº Empleados con nivel óptimo de desempeño}}{\text{Total de Empleados Evaluados}}$
Esfuerzo en la Formación	Evalúa el nivel de esfuerzos o inversión que tienen las medidas empresariales tomadas, para realizar los procesos de formación y capacitación.	$\frac{\text{Medidas de Formación}}{\text{Nº de Empleados}}$
Tiempo promedio de Capacitación y Entrenamiento	Brinda información sobre cómo mejorar la productividad del personal, relaciona los factores de inversión hecha en formación y el nivel de desempeño alcanzado.	$\frac{\text{Horas de Capacitación}}{\text{Dotación Promedio del Periodo}}$
Tiempo Promedio en Alcanzar las Metas	Es uno de los indicadores más utilizados para medir la eficiencia o desempeño de una persona, en función del cumplimiento de los objetivos y metas planteadas.	Establecer objetivos y tiempos alcanzables y medibles, llevando un control de estos.
Índice de Competencia	Evalúa el nivel de competencia medio en relación con el modelo de competencias óptimo.	Se puede recolectar la información a través de observaciones directas al empleado, entrevistas periódicas, cuestionarios al personal y reuniones del grupo de expertos.

Fuente: Elaboración Propia (2022). (Basado en "Cuadro de mando e indicadores para la gestión de personas", FUNDIPE, España) (2014, p. 21).

4.4.3 Documentación y Comunicación de la Información

El manejo de la información es clave para la buena gestión de cualquier índole. La organización tiene que determinar la necesidad de las comunicaciones internas y externas relevantes para los activos y el funcionamiento del SGA, considerando qué comunicar, cómo, a quién y en qué momento.

Por otra parte, la organización debe crear los mecanismos que permitan identificar, recaudar, analizar y evaluar la información. Es necesario desarrollar y estandarizar una estructura de documentación, en la que el formato incluya al menos identificación y descripción de las actividades, un número de referencia del documento, fecha, autor y responsable de la revisión, versiones del programa informático utilizado (si aplica) y el medio por el cual se ha de comunicar (medio de soporte, ya sea físicamente en papel, por medios electrónicos, entre otros), según el tipo de información que se requiera para el sistema de gestión.

Dado que hay mucha similitud entre la gran mayoría de sistemas de gestión que existen en cuanto al apartado del manejo de la información, al tomar como referencia la estructura documental de un sistema de gestión de la calidad (ISO 9000), se pueden considerar las siguientes opciones de documentación:

- Manuales: en estos se describen los aspectos generales del sistema de gestión de los activos, la política, los objetivos, el alcance, la situación del contexto y los demás aspectos básicos del plan de gestión. Deben ser redactados por el comité de gestión de activos, y recibir la revisión y aprobación por parte de la alta dirección.
- Procedimientos: estos documentos describen las actividades necesarias para implementar los diferentes elementos del plan de gestión de activos. Deberían contener: alcance y objetivo de la actividad, responsable y equipos y materiales necesarios, y método de control y registro.
- Instructivos de trabajo: son instrucciones detalladas sobre la ejecución como tal de las actividades. Su función es brindar las pautas para realizar los procedimientos de gestión.
- Formatos y registros: son documentos creados para recopilar y registrar datos e información valiosa para su análisis. Pueden utilizar herramientas como tablas, gráficos, hojas de cálculo, entre otras. Estos documentos, a su vez, funcionan como una evidencia de la ejecución y culminación de las actividades.

- Documentación externa: cualquier documento ajeno propiamente al sistema de gestión de activos, pero utilizado de alguna manera como apoyo a este. Se debe identificar y controlar su distribución, de forma que no se entrelace con los documentos propios del SGA.

Además de la estructura documental, se deben también definir los medios de comunicación mediante los cuales se transmitirá de manera eficiente la información a los involucrados. Estos se han de ajustar a las necesidades que se tengan y al tipo de información que se requiere comunicar, ya sea técnica, financiera, administrativa, de funciones, responsabilidades, procedimientos y actividades. Algunas de las opciones que se pueden utilizar como canales de comunicación se enlistan a continuación:

- ❖ Página Web: a través de este medio se puede divulgar, de modo rápido y accesible, cualquier información sobre el sistema de gestión de activos. Es un medio asequible tanto para los interesados internos como para los externos, ya que permite la conexión a la información pertinente en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- ❖ Correo corporativo: al igual que la página web, la mayor ventaja es la accesibilidad y la facilidad de uso. Esta herramienta puede utilizarse para realizar comunicados formales, convocar reuniones importantes, enviar documentación relevante y cualquier otra función que se considere necesaria.
- ❖ Pantallas y boletines informativos: este recurso es muy útil para comunicar aspectos pertinentes respecto a la gestión de activos, especialmente aquella información básica que debe ser de conocimiento general, por ejemplo, la política y los objetivos del sistema de gestión, o bien para comunicar anuncios o noticias de manera visible. Se pueden colocar en diferentes sitios de la empresa como pasillos, salas de oficina, sitio de recepción, entre otros lugares accesibles donde el personal pueda echarle un vistazo en cualquier momento.

- ❖ Charlas o reuniones informativas: se pueden programar y realizar charlas o foros de sensibilización para la población organizacional, acerca de la importancia y conocimiento general del sistema de gestión de activos y cualquier otro tema relacionado.

Una de las mayores ventajas de los medios expuestos es su bajo o nulo costo de inversión, frente a su gran eficacia en cuanto al trasiego de la información. La gran mayoría de empresas hoy día cuentan con página web y correo interno, como es el caso de Grupo Tical, por lo que se puede sacar mucho provecho de ello sin necesidad de generar un costo adicional. Cabe destacar, por supuesto, que queda a criterio de los interesados, y de sus necesidades de comunicación y documentación de la información, el o los medios y mecanismos que se utilicen para ello, según se disponga en el plan de gestión, siempre y cuando se cumpla con el requisito de lograr estandarizar las comunicaciones.

4.5 Cláusula 8: Operación

Esta sección encierra de manera global las actividades que componen el giro de la empresa, enfocándose no solamente en una operación puntual y dándole un énfasis hacia la gestión de activos. Para esto, se podría pensar en un “plan operacional” que pueda resumir los aspectos técnicos y administrativos que engloban las actividades de la empresa. En esta parte se deberían tener ya bien definidos y claros aspectos como: objetivos, alcance, política, responsabilidades, funciones, recursos, medios de comunicación, e idealmente las actividades a realizar, producto de la fase de planificación y la gestión del riesgo. Lo que se busca es evaluar el establecimiento del control y criterios transversales para las distintas actividades operacionales, integrando también la gestión del cambio y el control sobre terceros. Esta sección consta, en términos simples, del proceso de implementación del plan de gestión de activos.

4.5.1 Planificación y Control

Esta primera parte se enfatiza esencialmente en el modo en el que la organización debe planear, implementar y controlar los procesos, para cumplir los requisitos y acciones determinadas en su mayoría en la sección de planificación. En el caso de estudio, las actividades van enfocadas hacia la mejora de los indicadores del área de inventarios, siendo esta un área importante de la empresa, ya que sus actividades giran en torno a las soluciones de tipo logísticas.

Esto permite introducir al proyecto un concepto que dentro de las operaciones logísticas es muy conocido y eficaz: la filosofía de Lean Logistics. Esta práctica supone un apoyo importante para la optimización de la cadena de suministro en cualquier organización. La corriente Lean Logistics tiene su origen en Japón, concretamente desarrollada por Taichi Ohno, en el departamento de control y producción logística de Toyota. La proyección era lograr optimizar todo el flujo de cumplimiento, desde las materias primas hasta los clientes. De esta manera, esta práctica pretende adaptar estrategias y sistemas, con el fin de optimizar el uso de los recursos al identificar las actividades y elementos que no tienen valor, para incrementar el flujo de la cadena de suministro, minimizando así los costos.

Al tener como referencia los ocho principios elementales de esta filosofía y poniéndolos en práctica, se puede obtener una buena planificación y control del sistema de gestión de activos.

1. Identificar las actividades que añaden valor y las que no: cuando se analiza el flujo de cumplimiento, se pueden eliminar los “residuos” para que solo queden aquellos que generan valor y exista armonía entre todos los departamentos de la organización y sus funciones. Los principales “residuos” que existen son:
 - Sobreproducción y sobreinventario: el exceso de producto o materia prima (sea cual sea la actividad de la empresa) es contraproducente, ya que genera gastos adicionales, por lo que debe haber control sobre estos.
 - Tiempos de entrega: los plazos muy elevados generan retraso en toda la cadena de suministro.
 - Transporte: debe ser dinámico entre instalaciones y empresas, entre clientes y proveedores.
 - Espacio: el espacio se convierte en un factor residual si llega a ser excesivo, porque genera un gasto innecesario si no se ocupa. De igual manera, generará problemas el no tener suficiente espacio para almacenar inventario.
 - Esfuerzo humano: se debe evitar el tener personal que trabaje con propósitos cruzados, ya que esto se puede traducir en retrabajos, confusión y movimiento excesivo para una sola tarea.
2. Conocer bien el consumo del cliente: si se tiene conocimiento del consumo del cliente, y se hace visible para todos los participantes de la cadena de suministro, se facilita la planificación del trabajo de cada participante en función de la atracción de la demanda del cliente.
3. Reducir los tiempos de entrega: la reducción de los tiempos de entrega, tanto de entrada como de salida, dinamiza el flujo de la cadena de suministro hasta el punto incluso de superar las expectativas de tiempo. Se reduce este tiempo cuando se logra también reducir el inventario general del sistema.

4. Crear flujo de nivel: el fin de esto es que los bienes y la información se muevan de una manera predecible, ininterrumpida y consistente, basada en la demanda real del cliente. Esto es lo que se conoce como flujo de nivel, y reduce la variación en los procesos, distribuyendo las actividades en igual medida a lo largo del tiempo.
5. Utilizar sistema pull: cuando se dificulta la creación de flujo de nivel, se utiliza un sistema pull. Este es un método que permite reducir el desperdicio de cualquier proceso, iniciando un nuevo trabajo únicamente cuando hay una demanda del cliente, lo que brinda la oportunidad de reducir y optimizar los costos de almacenamiento.
6. Aumentar la velocidad y reducir la variación: este punto se refiere a la velocidad con que la información y el material se mueven a través de la cadena de suministro. Se puede satisfacer la demanda del cliente mediante la entrega de pedidos más pequeños, pero con mayor frecuencia, lo cual reduce el inventario y los tiempos de entrega.
7. Colaborar y utilizar la disciplina del proceso: la concatenación de todos los individuos que participan en la cadena de suministro es necesaria para detectar problemas, determinar las causas raíz y realizar las correcciones necesarias. Esto debe combinarse con procesos de mejora estándar y la utilización del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).
8. Enfocarse en el costo total del suministro: es necesario tomar medidas que puedan satisfacer las necesidades del cliente al menor costo posible, sin importar en qué punto de la cadena se encuentran. Esto significa eliminar las decisiones que benefician a una parte a expensas de otras. Este es el verdadero desafío de construir un lean logistics, pero se puede lograr cuando todos los miembros comparten los beneficios operativos y financieros y se elimina lo que no genera valor.

Al utilizar estos principios como complemento para la puesta en marcha de la propuesta planteada en la sección 6 (planificación), se lograrán obtener los resultados deseados.

4.5.2 Gestión del Cambio

Este inciso tiene como objetivo principal el valorar los riesgos que puedan relacionarse con los cambios planificados, ya sean temporales o permanentes, que tengan posibilidad de impactar el logro de los objetivos de gestión de activos. Es importante que estos cambios puedan ser detectados y analizados a tiempo, para poder tomar decisiones que mitiguen cualquier consecuencia y aprovechen cualquier oportunidad.

Las condiciones, como por ejemplo los cambios importantes en las estipulaciones o restricciones de alguno de los eslabones de la cadena de suministro (fabricante, medios de transporte, etc.), defectos de fábrica en los repuestos, retrasos en los tiempos de entrega, cambios bruscos en la economía, surgimiento de nuevas tecnologías y migración a estas, entre otros, pueden suponer un reto para el cual el equipo que desarrolla el sistema de gestión de activos debe estar listo para responder. La normativa no sugiere puntualmente un plan a seguir para realizar la gestión del cambio, puesto que son escenarios que tienden a variar según muchas condiciones. En este caso, se propone un pequeño plan de acción a nivel general como guía para afrontar la gestión del cambio, de acuerdo con la cláusula 8.2 de la norma:

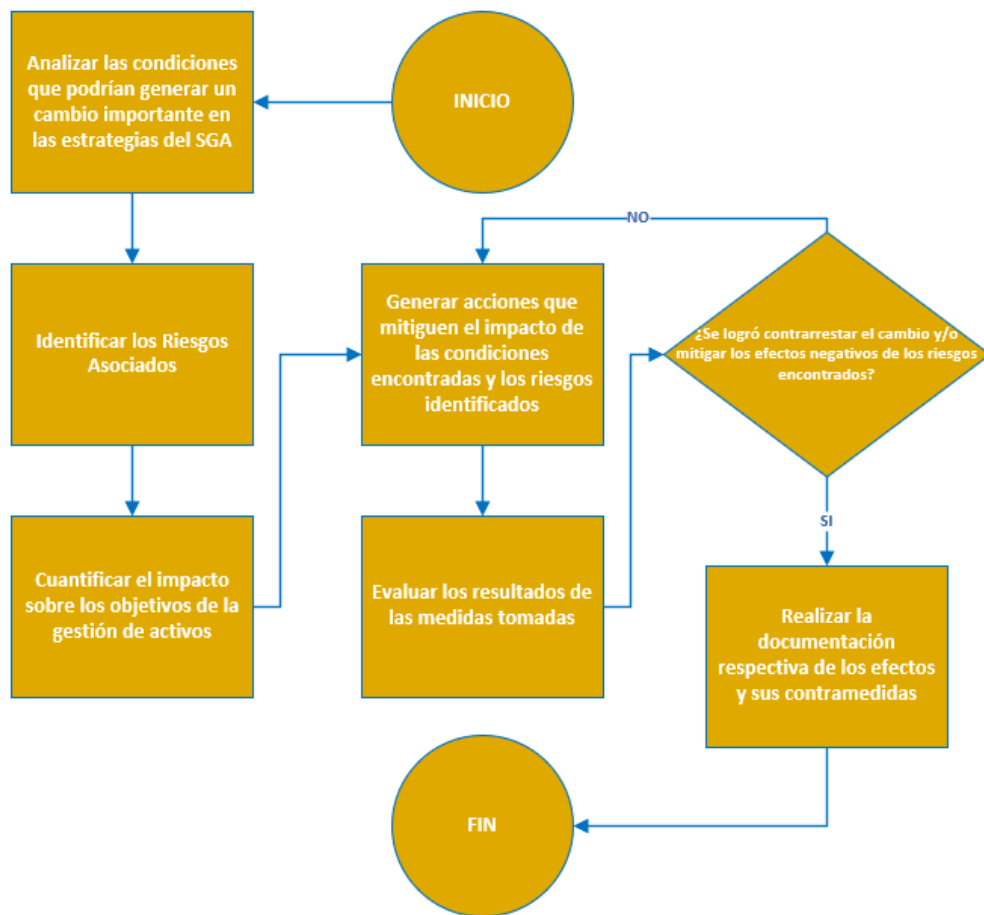


Figura 35. Plan de Acción para la Gestión del Cambio
Fuente: Elaboración Propia (2022).

4.5.3 Tercerización

Las organizaciones suelen contratar a terceros algunas de las actividades del proceso productivo como parte de su estrategia de negocio, ya sea para optimizar procesos, tener acceso a tecnologías o conocimiento que no se posee para mejorar un servicio, o como una estrategia económica meramente de ahorro en relación con la gestión del talento. Esto permite focalizar los esfuerzos de la compañía en el marco de sus actividades principales, a la vez que la organización subcontratada desempeña sus funciones y obtiene resultados óptimos que benefician a ambas partes.

En el caso de Grupo Tical, dado su giro de negocio orientado al área logística, las actividades subcontratadas (“outsourcing”) son muy importantes, pues dependen en gran medida del servicio de otras compañías, sobre todo en lo que al suministro de inventario se refiere. De hecho, se podría decir incluso que parte de las actividades principales de la empresa son funcionar precisamente como el “outsourcing” de otras compañías, prestando el servicio de almacenamiento, transporte y distribución de su mercancía. El punto de esto es ver la importancia de estas actividades en el contexto de la gestión de activos, ya que en el caso particular de aquellas que puedan tener un impacto en el logro de los objetivos, es necesario mantener un buen conocimiento y control de los riesgos asociados y determinar la manera en la que se integrarán al SGA, con tal de que tanto proveedor como cliente se mantengan alineados con el plan de gestión.

Las recomendaciones más importantes de la ISO 55000 en este apartado son:

- Identificar cuáles son las actividades que se deben subcontratar, tomando en cuenta el alcance y límites de estos procesos y su importancia dentro de la organización.
- Definir las responsabilidades y autoridades para gestionar los procesos tercerizados, incluyendo cómo se deben organizar y estructurar, considerando puntos como requisitos de calidad para los servicios y el personal, implicaciones financieras, plazos, retroalimentaciones y actividades de mejora.
- Asegurar que los recursos externalizados cumplen con los requisitos de competencias, documentación y comunicación de la información (cláusula 7), y se realice un seguimiento del desempeño de tales actividades de acuerdo con la cláusula 9.1, que se postularán posteriormente.

4.6 Cláusula 9: Evaluación del Desempeño

Para toda organización es de suma importancia el conocer sus puntos de mejora, para implementar medidas que ayuden a potencializarlos y mantener un alto grado de competitividad frente a las exigencias del mercado. Esta cláusula se enfoca en determinar los aspectos más importantes del plan de gestión, que necesitan ser monitoreados y evaluados para mantener un buen desempeño de los activos, bajo la premisa de que “lo que no se mide o evalúa no se puede controlar y lo que no se controla no se puede gestionar”.

4.6.1 Seguimiento, Medición, Análisis y Evaluación

El objetivo de este inciso es que la empresa pueda planificar y realizar habitualmente actividades de medición y evaluación del desempeño del sistema de gestión. Enseguida, se resumen los puntos más importantes para tomar en cuenta según la norma ISO 55000 para este inciso:

- Se deben establecer criterios para determinar la criticidad de las actividades de la empresa, determinando cuáles son aquellas actividades clave que se deben monitorear y medir, además de establecer los criterios y unidades de medida para su evaluación (según corresponda al tipo cuantitativo o cualitativo).
- Determinar y comisionar los métodos y periodos de revisión, análisis y evaluación de las actividades, realizando la documentación respectiva y considerando la evaluación, tanto del desempeño individual de los activos como del sistema de gestión en general.
- Generar un método para evaluar la eficiencia del sistema de gestión, tanto a nivel financiero como operacional, y mantener constantemente actualizada toda la información pertinente.

En el caso que atiende el autor del presente trabajo investigativo, lo más atinado sería mantener un control sobre los indicadores generales que se han buscado mejorar desde el planteamiento de este trabajo (indicadores de desempeño de los activos), y los factores que afectan directamente estos

indicadores, ya que, si estos se comportan de manera adecuada, el sistema de gestión a nivel general ha de ir bien encaminado.

Al ser así, se recomienda, entonces, prestar especial atención a los indicadores de control de inventarios (mostrados en la figura 26), de manera que se puedan ir cumpliendo las proyecciones propuestas y los objetivos del SGA (de los cuales se proponen ejemplos en la tabla 9). De igual manera, no se debe descuidar el hecho de que el éxito de la aplicación de la propuesta en muy buena parte va ligada al aprovechamiento del indicador de MTBF, mediante el cual el departamento de mantenimiento debe darse a la tarea de llegar a cada cliente y recomendar el cambio oportuno de los repuestos, basándose en las gráficas de confiabilidad y en los valores representados en la tabla 8.

A continuación, se presenta también un formato básico por medio del cual se puede llevar un control sobre los hallazgos que se vayan dando durante las evaluaciones, y puede funcionar para registrar la información:

Tabla 11. Formato de Control de Hallazgos Durante las Evaluaciones del SGA

Nombre de la Empresa			
Sistema de Gestión de Activos			
Seguimiento y Evaluación (Control de Hallazgos)			
Departamento		Responsable	
Hallazgo	Medidas de Corrección o Mitigación	Recursos Necesarios	Notas Adicionales
----	----	----	----
Fecha del Reporte			

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Como lo menciona la normativa, se deben considerar otros factores que ayuden a evaluar también el desempeño de la gestión como tal, incluyendo el

personal involucrado y la eficiencia en los diferentes procesos de la gestión, como el manejo de la información y el control de los recursos disponibles.

A lo largo del trabajo se han expuesto algunos indicadores que se pueden emplear según lo que se ocupa medir en las cláusulas ya vistas. Para complementar esta parte, se mencionan algunos que se podrían tomar en cuenta en diferentes secciones del sistema de gestión:

Indicadores de Eficiencia del Proceso

Ejecución del Presupuesto Asignado:

$$\frac{\textit{Monto Ejecutado a la Fecha}}{\textit{Presupuesto Asignado}}$$

Cumplimiento de Responsabilidades (individual o grupal):

$$\frac{\textit{Actividades Realizadas}}{\textit{Actividades Planificadas}}$$

Eficiencia en la Entrega de Informes y Documentos:

$$\frac{\textit{Total de Informes Presentados al mes}}{\textit{Total de Informes a Presentar al mes}}$$

Indicadores del Talento Humano

Productividad de Mano de Obra:

$$\frac{\textit{Producción}}{\textit{Horas Laboradas por Persona}}$$

Capacitaciones a Empleados:

$$\frac{\textit{Nº de Empleados Capacitados}}{\textit{Total de Empleados}}$$

Indicadores de Outsourcing

Certificación de Proveedores:

$$\frac{\textit{Proveedores con Certificaciones}}{\textit{Total de Colaboradores}}$$

Indicadores Logísticos

Calidad de los Pedidos Generados:

$$\frac{\textit{Pedidos Generados sin Inconvenientes}}{\textit{Total de Pedidos Generados}}$$

Entregas Perfectas Recibidas:

$$\frac{\textit{Pedidos Rechazados}}{\textit{Total de Órdenes de Compra Recibidas}}$$

Vejez del Inventario:

$$\frac{\textit{Uds dañadas + Uds vencidas + Uds obsoletas}}{\textit{Unidades Disponibles}}$$

Duración del Inventario:

$$\frac{\textit{Inventario Final}}{\textit{Promedio de Ventas}} * 30 \text{ días}$$

Costo del m²:

$$\frac{\textit{Costo Total Operativo de la Bodega}}{\textit{Total de Área de Almacenamiento}}$$

Calidad de los pedidos generados:

$$\frac{\textit{Pedidos Generados sin Inconvenientes}}{\textit{Total de Pedidos Generados}}$$

Indicadores de Desempeño General

Eficacia en la Implementación de la norma ISO 55000:

$$\frac{\textit{Nº Total de Actividades Implementadas}}{\textit{Nº Total de Actividades Programadas}}$$

4.6.2 Auditoría Interna

Luego de tener claras las actividades a realizar y los métodos de medición y evaluación, el siguiente paso lógico es hacer un ensayo interno para revisar la eficacia de todos los procesos y encontrar puntos de mejora que se puedan ir optimizando.

Parra et al. (2021) mencionan que el proceso de auditoría puede definirse como una “revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse” (p. 1). Esta ha de llevarse a cabo con anticipación a la auditoría externa, con el fin de mantener los estándares de control y eficiencia dentro de la empresa, además de facilitar la función del auditor externo, y debe hacerse de la manera más objetiva posible. Para poder implementar un proceso de auditoría, se deben llevar a cabo ciertas etapas siguiendo un orden lógico específico, como se presenta en la siguiente figura:

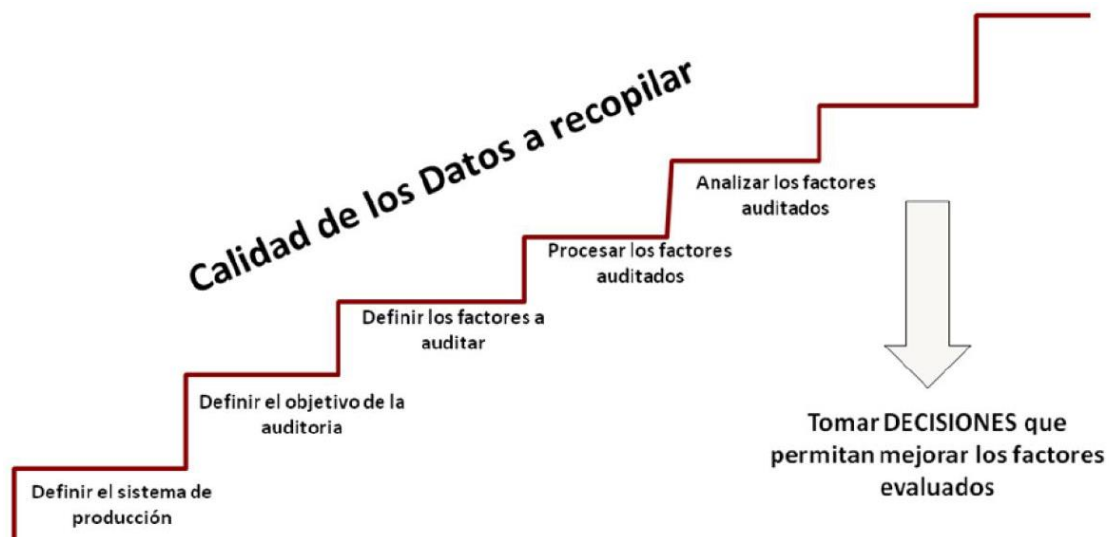


Figura 36. *Proceso Básico de Implementación de una Auditoría*

Fuente: Ingeman (2021, p. 2).

Para realizar las auditorías, la ISO 55000 recomienda considerar las directrices que se establecen en la norma INTE/ISO 19011 (Directrices para la

auditoría de los sistemas de gestión), además de los requisitos que se han puntualizado en este trabajo.

De acuerdo con esta normativa, las actividades que se deben considerar para hacer la auditoría, sin olvidar los pasos básicos de la figura 35, son los siguientes:

- ✓ Definir responsable/s, tiempos, objetivos y alcance de la auditoría.
- ✓ Preparar las actividades a realizar, considerando la documentación necesaria, el plan a seguir y la asignación de actividades.
- ✓ Realizar una reunión de apertura al llevar a cabo la auditoría, recolectar y verificar la información, generar hallazgos, emitir conclusiones y recomendaciones y hacer una reunión de cierre.
- ✓ Preparar y comunicar a las partes pertinentes el informe de la auditoría.

Existen diferentes técnicas de auditorías desarrolladas para los procesos de gestión de activos, especialmente cuando están orientadas a los procesos de mantenimiento y confiabilidad, entre las que se pueden mencionar la técnica AMORMS (Asset Management, Operational, Reliability & Maintenance Survey) o la denominada AMS-ISO 55001. Para el caso que le atañe al autor, el proceso de auditoría podría llevarse a cabo a través del formato de diagnóstico presentado en el capítulo 4.1.1, ya que este, al igual que las técnicas citadas, evalúa el grado de madurez alcanzado en cada etapa del sistema de gestión, y permite llevar un control de los requerimientos cubiertos.

Por último, no se debe olvidar que todo el proceso de evaluación del desempeño, al igual que la mayoría del SGA, debe tener una revisión por parte de la alta dirección. Las directivas son quienes definirán los aspectos a evaluar, y serán quienes aprueben las recomendaciones para corregir o mitigar los hallazgos encontrados, además de analizar las oportunidades de mejora que se valoren. Las revisiones deben incluir todas las decisiones tomadas y conservar la información como evidencia de los resultados obtenidos.

4.7 Cláusula 10: Mejora

El objetivo de toda organización es ser cada vez mejores ante el cliente, para lograr destacar sobre su competencia. Los procesos de mejora reflejan el interés y el compromiso de toda compañía por buscar la competitividad y el desarrollo dentro del mercado. De igual forma, todo sistema de gestión necesita un mejoramiento y optimización que permitan alcanzar los objetivos de manera cada vez más eficiente, el cual debe ser constante y tener en cuenta todos los aspectos que involucra la gestión de activos. Este tema se aborda en la normativa a partir de tres acciones, a saber: no conformidades, acciones correctivas y acciones preventivas.

4.7.1 No conformidades, Acciones Correctivas y Acciones preventivas

Para poner en marcha esta parte, es necesario haber realizado los procesos de evaluación del desempeño, pues los resultados de estos suponen la base principal para encontrar los puntos de mejora (no conformidades), y ante estos llevar a cabo la corrección inmediata de los problemas más urgentes para, posteriormente, planificar acciones que prevengan su reincidencia.

La metodología que sugiere la normativa se basa en adaptar medidas para controlar y corregir las no conformidades, de acuerdo con el grado de urgencia y alcance de estas, tomando las medidas necesarias para controlar y corregir el tema antes que pase a mayores. De no poderse intervenir sobre la corrección del incidente, se deberán tomar medidas sobre las consecuencias y el impacto generado. De igual manera, al darse cualquier situación, se debe evaluar la necesidad de adoptar las medidas pertinentes para eliminar las causas de las no conformidades, para evitar que se repita, dando origen a las medidas preventivas.

La estructura de acción en este caso sería, entonces: hacer una revisión detallada del problema (no conformidad), realizar acciones correctivas o de contención de las consecuencias, determinar las causas del incidente y su posibilidad de recurrencia, plantear medidas preventivas, para evitar que vuelvan a darse.

Como en las demás cláusulas de la norma, es importante documentar toda la información resultante como evidencia de lo ocurrido y aprendizaje posterior, además de ser revisada y aprobada por la alta dirección. Para facilitar el entender y llevar a cabo esta parte, se presenta el siguiente diagrama de flujo:

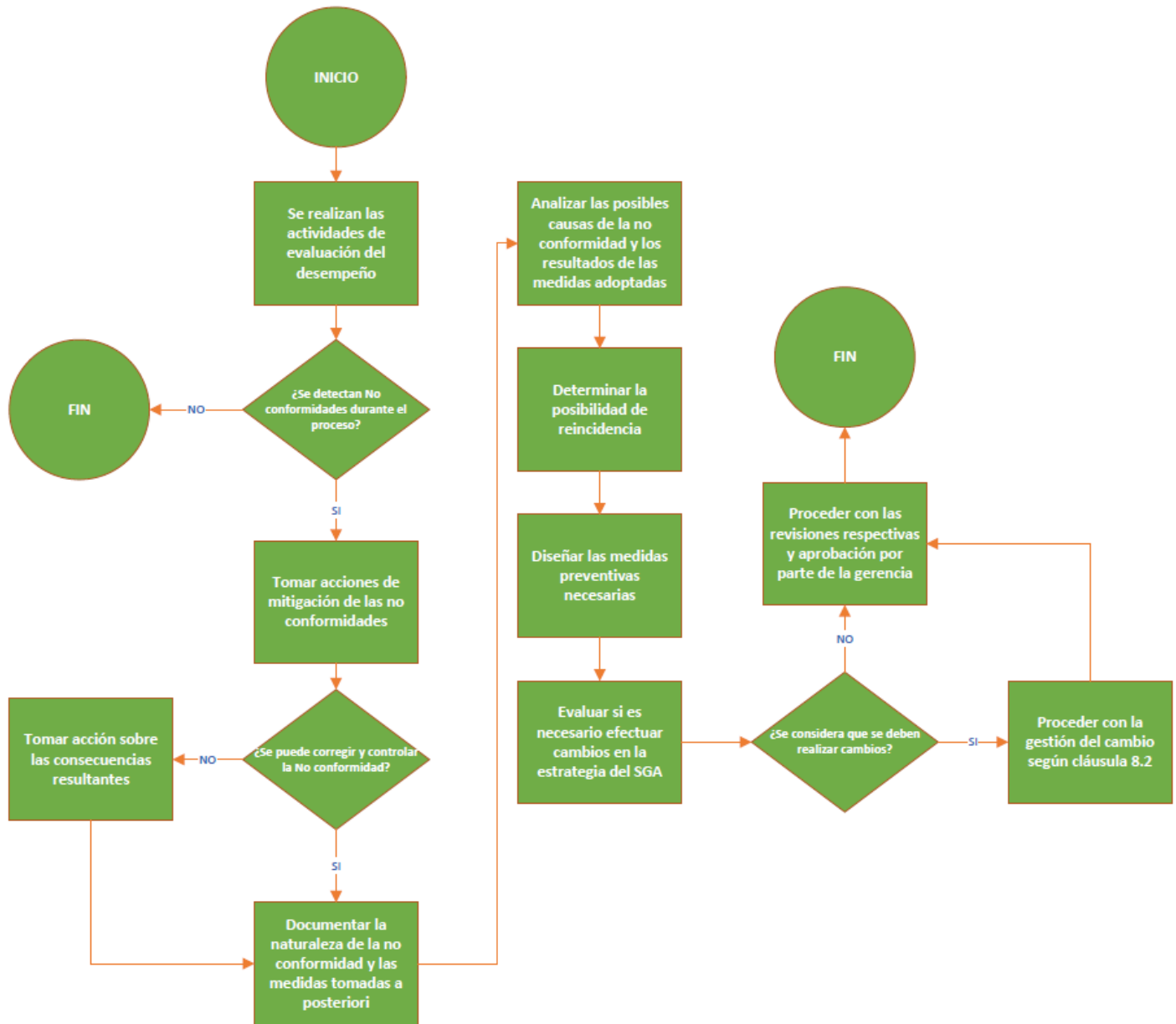


Figura 37. Proceso de Gestión de No conformidades, Acciones Correctivas y Acciones Preventivas

Fuente: Elaboración Propia (2022).

4.7.2 Mejora Continua

Como inciso de cierre, la mejora continua busca precisamente eso, darles continuidad a las estrategias del SGA, tomando en consideración todas las medidas tomadas a lo largo del proceso y buscando optimizar constantemente el sistema en sus diferentes aristas.

La eficiencia del proceso de mejora continua, en la mayor parte de las organizaciones, se basa en la puesta en práctica de ciertas herramientas que apoyan los procedimientos de gestión, entre las cuales se puede mencionar la filosofía Lean (abordada en el capítulo 4.5.1) que permite, entre otros tópicos, optimizar toda la cadena de suministro. Para tener un mejor panorama de las posibilidades de mejora continua, se mencionan a continuación algunas otras herramientas útiles para este fin:

A. Modelo PDCA

El modelo PDCA (Plan, Do, Check, Act, es decir Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) o también conocido como ciclo de Deming, es una técnica que envuelve las estrategias de mejora continua de la calidad en cuatro pasos. Su auge tuvo lugar en la década de los cincuenta, cuando el padre de la gestión de la calidad, William Edwards Deming, lo puso en práctica durante un proyecto de gran importancia con completo éxito. Su premisa es la siguiente:

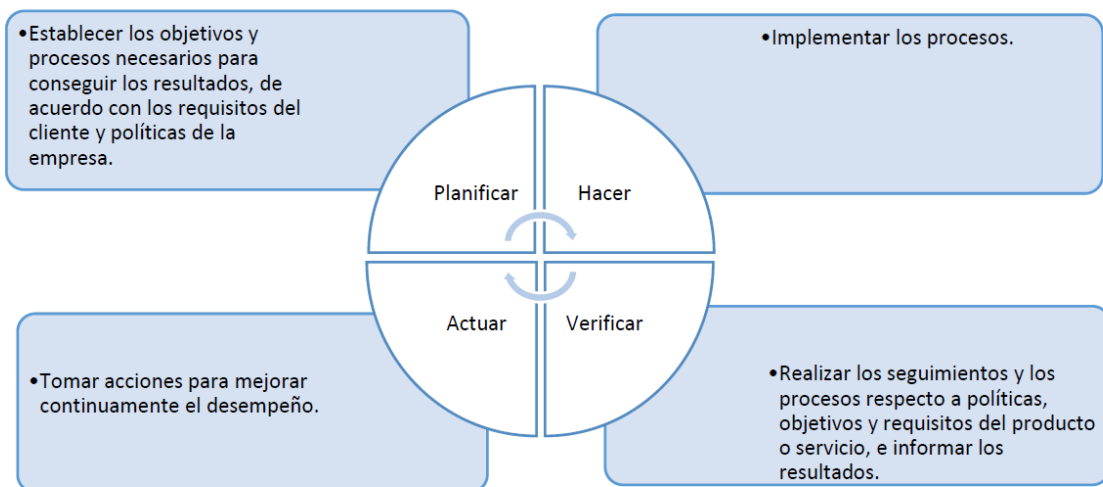


Figura 38. Ciclo del modelo PDCA

Fuente: Basta (2016, p. 114)

Al estar formulado como un ciclo, su puesta en práctica implica hacer una revisión continua de los procesos y sus resultados, volviendo al inicio y continuando así permanentemente.

B. Principio de Pareto (80/20)

Esta es una idea que dicta que el 80% de los resultados son producto del 20% de los esfuerzos que se hacen. Esto es aplicable a muchos aspectos, y la parte empresarial no queda fuera, donde esta aplicación se podría entender como el hecho de poder alcanzar los mejores resultados, sin necesidad de malgastar demasiados recursos y energías en acciones que no aportarían tanto al cumplimiento de las metas.

Para usar este principio, se debe utilizar como herramienta principal el diagrama de Pareto, el cual consta de un gráfico de barras, donde se organizan los datos de forma descendente, haciendo posible identificar los puntos más importantes de un proyecto o estrategia de negocio y, con ello, tomar mejores decisiones, obteniendo un mejor resultado con menor esfuerzo.

C. Metodología de las 5S

Este principio se origina en Japón, siendo implementada por primera vez, al igual que la filosofía Lean, en la empresa Toyota. El objetivo de este método es mejorar las condiciones de la compañía, orden, limpieza, seguridad, eficiencia y las condiciones de trabajo en general y mantener esa cultura de trabajo. Las 5S son las 5 fases del proceso, cada una representada por una palabra en japonés:

- Seiri (Clasificar)
- Seiton (Ordenar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Disciplinar).

Las primeras tres fases se orientan a nivel operativo y del entorno: las dos últimas se orientan más al recurso humano.

D. Gestión de la Calidad Total

Por sus siglas en inglés (TQM, es decir, Total Quality Management), esta estrategia se enfoca en crear una conciencia de calidad en todas las áreas de la empresa, haciendo partícipes a todos sus integrantes y abarcando desde la calidad de los productos o servicios que se ofrecen hasta los procesos, sistemas y trabajadores. Los principios de la TQM son:

- Orientación al cliente: los clientes son la razón de ser de la empresa.
- Participación activa del personal: el personal de la compañía debe poder participar en la propuesta y realización de cambios en los procesos, y aportar soluciones.
- Decisiones basadas en hechos: de esta manera es posible medir adecuadamente los resultados de los procesos y su grado de cumplimiento.
- Mejora continua de los procesos: a través de ello se pueden proporcionar respuestas eficientes a los requerimientos de los clientes en todo momento.

E. Filosofía Kaizen

Se orienta a adoptar una cultura de mejora constante en toda actividad, teniendo como slogan que “lo que sea que hagas, siempre puedes mejorarlo” de manera que se logren eliminar las malas prácticas que afectan el buen desempeño. El método procura mantener una constante evolución de los procesos del sistema productivo de la compañía, estableciendo estándares de calidad y manteniendo una estricta vigilancia sobre su cumplimiento y logros obtenidos.

F. Six Sigma

Esta es una de las herramientas más conocidas y utilizadas a nivel global en el ámbito de la mejora y solución de problemas complejos. Fue concebida en la década de los ochenta en la empresa Motorola, por Bill Smith, y está orientada a reducir los defectos, los desperdicios e irregularidades en productos y servicios al mínimo.

Para lograr este cometido, el six sigma debe garantizar, en su nivel óptimo, un máximo de 3.4 defectos por millón de unidades producida, es decir, una eficiencia de 99.99966% en el proceso, evitando que un producto defectuoso llegue al cliente. Este método guarda estrecha relación con variables estadísticas, especialmente la desviación estándar (σ) y los modelados para el análisis de variables, como la distribución normal. En muchas compañías se utilizan estas herramientas para llevar un control de la variabilidad de la producción, como se muestra en la figura 38, determinando de esta forma cuán eficiente es su proceso.

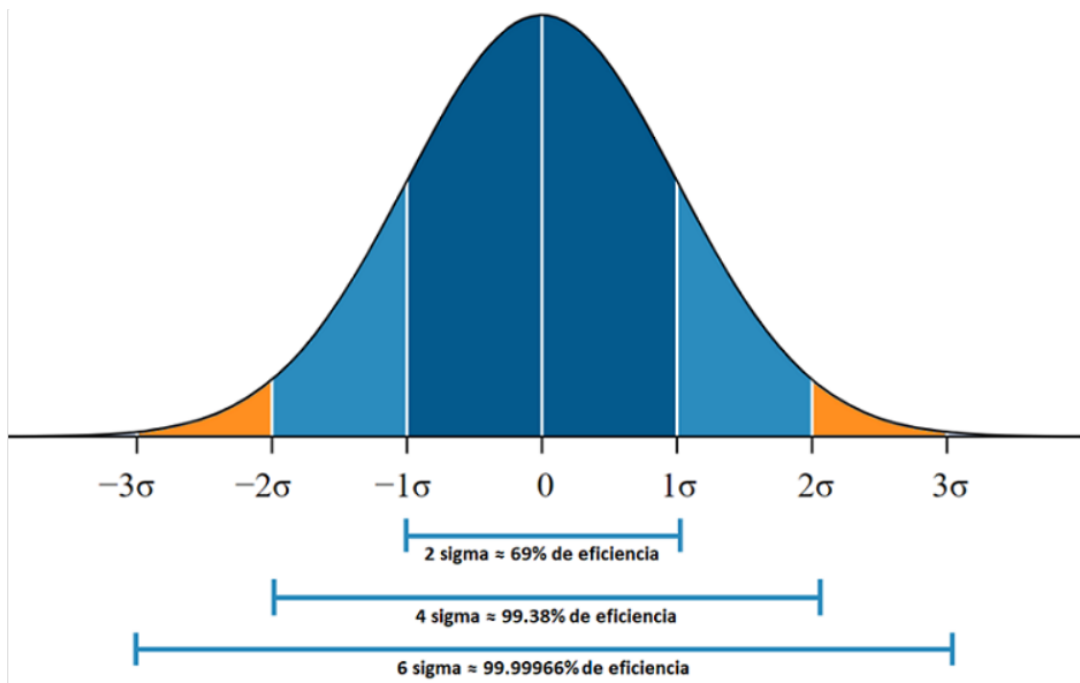


Figura 39. Representación de la Eficiencia de un Proceso Productivo Mediante la Distribución Normal

Fuente: Centro de Estudios Superiores Maranatha (CESUMA) (2020, párr. 3).

Muchas de las empresas se encuentran en un nivel 3 (es decir, alrededor de un 6.37% de defectos en sus procesos, por lo que el objetivo es lograr una eficiencia de 6 sigma (de ahí su nombre) y reducir esos defectos al 3.4% mencionado anteriormente.

Adicionalmente, la metodología six sigma utiliza como herramienta el llamado ciclo DMAIC, el cual es un proceso de mejora continua que consta de cinco pasos básicos:

- Definir: encontrar el problema y definir qué es necesario para resolverlo.
- Medir: aplicar métodos para dimensionar el problema y encontrar una solución óptima. Con ello se busca establecer el rendimiento actual del proceso y los datos que se utilizarán para su análisis.
- Analizar: estudiar los datos medidos para determinar las causas que han dado origen al inconveniente, para poder contrarrestarlas.
- Mejorar: a partir del análisis se deben determinar los cambios o mejoras que se deben realizar en el proceso, buscando hacerlo de la manera más efectiva y económica posible.
- Controlar: tomar las medidas necesarias para garantizar la mejora continua.

Como se ha visto, existen muchas maneras de impulsar la mejora continua en las organizaciones. Al poner en práctica estas y otras herramientas es posible alcanzar un buen nivel competitivo, mejorando de modo integral todas las áreas de la empresa y garantizando la constante generación de valor de sus activos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de este trabajo, se ha podido visualizar la importancia de mantener un control adecuado sobre los diversos factores que inciden en la generación de valor de los activos, y se ha hecho especial énfasis en la buena gestión de las actividades de mantenimiento para lograrlo. A partir de todo lo descrito en este documento, se pueden plantear las premisas que se mencionan a continuación, a manera de cierre.

5.1 Conclusiones

1. Se revisaron las normas INTE/ISO 55000, INTE/ISO 55001 e INTE/ISO 55002, logrando abarcar cada uno de los requisitos que estas contienen, de forma que a partir de este trabajo se pudo llegar a plantear un sistema de gestión de activos certificable y adecuado a las necesidades más apremiantes de la organización, según la problemática inicial planteada. De esta manera la empresa puede valorar la implementación de la propuesta, conociendo que se cuenta con todas las herramientas de planeación estratégica, consideración del riesgo, puesta en marcha, autoevaluación y mejora continua de un SGA.
2. Se definieron de forma clara los principales indicadores que se buscan mejorar a partir de la propuesta (rotación del stock, costo del inventario ocioso, disponibilidad y tiempo de cobertura del stock). Con ello se facilitó la orientación de la parte central del trabajo, en encontrar una manera sencilla de tratar con el problema, lo cual dio parte a la investigación y al uso de herramientas muy valiosas, tanto estadísticas como técnicas y de gestión. Además, se expusieron los principales indicadores que la norma propiamente sugiere para abordar la gestión de activos y el desempeño del portafolio de activos.
3. Se determinaron las variables que tienen más injerencia en el problema de estancamiento del stock de repuestos (valor monetario

acumulado, utilidad generada, consumo promedio y lead time), obteniendo una muestra piloto de aquellos que se consideraron más críticos, y a partir de su análisis se determinó el origen más probable del inconveniente. Esto permitió abordarlo desde el punto de vista del uso final que estos tienen, por parte del personal del taller, y demostrando tanto la importancia de una buena gestión del mantenimiento como la manera en la que puede impactar en la generación de valor de los activos en la empresa.

4. El análisis de confiabilidad demostró ser una herramienta importante para proporcionar información válida sobre hacia dónde se deben dirigir mayormente los esfuerzos. A partir del estudio de los datos de falla y el modelado de las gráficas de confiabilidad para cada ítem, se desveló información no solo para alargar la vida útil de los repuestos y prevenir fallos repentinos de los equipos, sino que, además, a partir del valor de MTBF, se obtuvo el insumo principal para plantear la nueva estrategia de generación de valor del stock ocioso. Con los resultados obtenidos, se proyecta un aumento en el índice de rotación de casi el doble, una reducción del valor del inventario ocioso en un 24% y un aumento de las utilidades de ese mismo stock de hasta un 45%.

5.2 Recomendaciones

- 1) Como primer punto, es necesario recalcar la importancia de impulsar el involucramiento total de todas las personas interesadas en el desarrollo del sistema de gestión de activos. Como se ha mencionado desde el comienzo del trabajo, esta es una tarea en la que el aporte de cada individuo es vital para conseguir un buen resultado, así que se recomienda a la alta dirección (en primer lugar) delegar y capacitar a los miembros de cada entidad involucrada según las responsabilidades que se les asignen, y asegurarse de que los requisitos expuestos en este documento se puedan cumplir de la mejor manera. De igual forma, a cada personal involucrado se insta a

cumplir responsablemente con las actividades que le correspondan, capacitándose en temas de gestión de activos, autoevaluándose objetivamente e impulsando la mejora continua. Es natural que, al momento de adoptar nuevas condiciones en la organización, exista resistencia al cambio de algunas partes; sin embargo, se insta a educar al personal y analizar las ventajas y beneficios que estos cambios dejarán en la empresa. El desarrollo de las auditorías internas y las actividades de evaluación del desempeño y mejora se deben realizar de forma constante y objetiva, para que la calidad del sistema de gestión de activos se mantenga, más aún en el momento en el cual se decida optar por la certificación oficial de INTE/ISO 55000.

- 2) Es sumamente importante mantener un cuidadoso orden en el desarrollo de las labores de mantenimiento, ya que, como se observó, gran parte del éxito de la propuesta proviene de ahí. Es muy recomendable mantener un buen registro de los datos de estas actividades, en especial de aquellos que se utilizaron para realizar el análisis de confiabilidad. Actualmente el departamento de mantenimiento lleva su registro en Excel, la cual es una buena herramienta. No obstante, se pueden hacer mejoras en este formato, porque se visualizó que, por ejemplo, puede haber información duplicada de una misma actividad o de un mismo repuesto y esto genera confusión a la hora de revisar la información. Una de las soluciones puede ser utilizando la herramienta “quitar duplicados” (en el menú de datos, herramientas de datos, lo cual se puede aplicar a todo el archivo) y configurando un formato único para todas las celdas (formato condicional) para mantener uniformidad en el documento y que no se duplique información por diferencias en el formato de las celdas. De igual manera existen otros softwares especializados para poder llevar un control adecuado, por ejemplo, el SAP PM, el cual es un módulo del sistema SAP (que actualmente se utiliza en la

empresa), y donde se puede gestionar de modo integral el mantenimiento de los activos junto a la gestión logística y administrativa de estos. También se puede mencionar el software Fractal, siendo uno de los más potentes softwares de gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos en el mercado.

- 3) Se recomienda impulsar, al área de mantenimiento y/o de ventas, a conversar con sus clientes para exponerles las ventajas de realizar un cambio oportuno de los repuestos en sus equipos, y no esperar hasta el fallo de estos para intervenirlos. Esta debe ser parte importante de las actividades dentro del Plan de Gestión de Activos (PGA), ya que supone la base de funcionamiento, para que se alcance el comportamiento esperado y el desempeño de los indicadores. También se pueden implementar actividades dentro de la bodega, como el “cycle count” diario, para tener un registro regular de las existencias a intervalos más frecuentes y optimizando el control de estas. Una opción a futuro también puede ser el uso de códigos QR, para identificar cada ítem o tipo de ítem y facilitar el registro de la información.
- 4) Es importante destacar que la propuesta, al ser un trabajo académico con un alcance limitado, se orientó especialmente hacia los activos (en este caso repuestos) más destacables, de acuerdo con las condiciones que se presentaron. Sin embargo, se invita a extender la idea a los demás ítems según se considere necesario o útil, y de igual manera hacia las demás sedes de la empresa donde se pueda presentar el mismo inconveniente o similares. Además, se debe recalcar que, aunque es el área más explotada en cuanto a la gestión de activos, esta no se limita a la parte de mantenimiento y los activos físicos, sino que se puede direccionar hacia otras áreas de la organización según se considere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- I. Améndola, L. (2021). Gap análisis 3Ps. Pasos para la Implementación de Gestión de Activos ISO 55001. *PMM Innovation Group*.
- II. Améndola, L., Depool, T., y Altarejos, L. (abril de 2019). Nuevos fundamentos para la implementación de la gestión de activos. *PMM Project Magazine*, 45(16), 6-26.
- III. Améndola, L., Depool, T., y Olivero, H. (setiembre de 2016). Coordinación de las actividades de una organización para crear valor a través de sus activos. *PMM Project Magazine*, 39 (10), 8-17.
- IV. Arboleda, E. M. (s.f.). *Estudio del modelo de gestión de inventrios basado en máximos y mínimos*. Especialización en gerencia logística integral- Universidad Santiago de Cali.
- V. Arenal Laza, C. (2020). *Gestión de inventarios: UF0476*. Editorial Tutor Formación.
- VI. Barroso, A. J. (2014). *Diseño de un sistema completo de evaluación o auditoría en una organización de mantenimiento en base a la norma ISO 55000*. Escuela Politécnica Superior de Algeciras.
- VII. Basta, A. J. (2016). *Herramienta guía para la generación de valor al interior del sistema de gestión de activos, en base a los requisitos certificables establecidos en la normativa ISO 55000*. (Tesis de Grado) Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- VIII. Blog Minitab. (18 de abril de 2019). *Análisis de regresión ¿Cómo puedo interpretar el R Cuadrado y evaluar la bondad de ajuste?* Obtenido de <https://blog.minitab.com/es/analisis-de-regresion-como-puedo-interpretar-el-r-cuadrado-y-evaluar-la-bondad-de-ajuste>
- IX. Bravo, R. S., Gunckel, P. V., Letelier, R. V., Vicente González-Prida Díaz, S. G., y Rodríguez, F. K. (2018). *Gestión de activos en el sector ferroviario*:

manual de aplicaciones, indicadores y marco estratégico basado en la norma ISO 55000. Madrid: FC Editorial.

- X. Centro de Investigación de Gestión de Activos y Mantenimiento (CIGAM). (02 de abril de 2022). *Cómo calcular el modelo de Weibull usando el Excel*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>
- XI. EPIDAT. (octubre, 2014). *Distribuciones de Probabilidad*. EPIDAT 4.
- XII. Fernández, L. M. (julio, 2011). *Métodos de inferencia para la distribución de Weibull: aplicación en fiabilidad industrial*. Universidad de Vigo.
- XIII. Fundación Iberoamericana de Altos Estudios Profesionales. (2014). *Control y manejo de inventario y almacén*. Programa de Formación Básica FIAEP.
- XIV. Fuentelsaz, G. C. (2004). *Cálculo del tamaño de la muestra*. *Matronas Profesión*, 5(18), 5-12.
- XV. Grupo Tical. (2019). Política Integrada del sistema de gestión ISO 14001-45001. Página Web <http://www.tical.com>
- XVI. González, D. E., y Otavo, D. M. (2017). *Metodología para desarrollar un sistema de gestión de activos enfocado al mantenimiento según normatividad ISO 55000:2014. Caso de estudio: Subestación Eléctrica de la Facultad Tecnológica, Universidad Distrital*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- XVII. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (Sexta edición). México, D.F.: McGraw-Hill.
- XVIII. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (INSHT). (1994). *Fiabilidad: la distribución de Weibull*. *NTP 331 por José María Tamborero del Pino*.
- XIX. INTE/ISO 55000:2015. (04 de febrero de 2015). *Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología*.

- XX. INTE/ISO 55001:2015. (04 de febrero de 2015). Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos.
- XXI. INTE/ISO 55002:2020. (29 de mayo de 2020). Gestión de activos. Sistemas de gestión. Directrices para la aplicación de la norma INTE/ISO 55001.
- XXII. J.R. Minnaar, W. B. (2013). *Quantitative methods required for implementing PAS 55 or the ISO 55000 series for Asset Management*. Stellenbosch, South Africa: South African Journal of Industrial Engineering.
- XXIII. Jungheinrich AG. (2021). *Manual de instrucciones de servicio ETR 230-ETR 345/ETR 335d*. Houston, TX: MCFA.
- XXIV. Kececioglu, D. (2002). *Reliability engineering handbook*. Lancaster, PA, USA: Destech Publications, Volumen 1.
- XXV. Londoño, C. G., Cuzco, M. V., y Parra, S. V. (setiembre de 2020). Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos Prime. *Conciencia Digital*, 3(3), 44-61.
- XXVI. Macías, M. U., y Lastra, J. R. (2014). *Sistema de indicadores de gestión*. Bogotá: Ediciones de la U.
- XXVII. Márquez, C. P., y Márquez, A. C. (2020). *Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos*. Sevilla, España: Grupo de Ingeniería de Confiabilidad Ocupacional.
- XXVIII. Martichenko, R., y Grabe, K. V. (2010). *Building a Lean Fulfillment Stream*. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute.
- XXIX. Mora García, L. A. (2008). *Indicadores de la gestión Logística*. (Segunda edición). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones,
- XXX. Parra, C., Kristjanpoller, F., Viveros, P., Marquez, A. C., Prida, V. G., y Fernández, J. F. (2021). *Técnicas de auditoría para los procesos de: mantenimiento, fiabilidad operacional y gestión de activos (AMORMS & AMS-ISO 55001)*. Grupo de Ingeniería de Confiabilidad Operacional.

- XXXI. Predictiva 21. (noviembre de 2020). *Cálculo de los parámetros de la distribución de Weibull*. Obtenido de <https://predictiva21.com/parametros-distribucion-weibull/>
- XXXII. Software DELSOL. (2022). *Coheficiente de determinación*. Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/coeficiente-de-determinacion/>
- XXXIII. The Institute of Asset Management. (IAM). (diciembre, 2015). *Gestión de activos: una anatomía*. Bristol, UK: Versión 3.
- XXXIV. Uribe Macías, M. E., y Reinoso Lastra, J. F. (2014). *Indicadores de gestión*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- XXXV. Vidal Olgún, C. J. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Programa Editorial Universidad del Valle.
- XXXVI. Yusseff M., y Cardona, N. D. (2020). *Gestión de inventarios, Gestión del conocimiento, Gestión de mantenimiento*. Editorial Universidad Icesi.

ANEXOS

ANEXO 1

A1. Resultados de encuesta sobre contexto actual de la administración del inventario

A continuación, se muestran las preguntas realizadas en la encuesta sobre administración del inventario en la empresa Grupo Tical; aquellas que no se mostraron en la sección 4.1.1 de este trabajo (contexto de la organización, diagnóstico inicial) y sus resultados, los cuales complementan y respaldan esa parte.

A1.1 Personal

¿Cuál es el número de personal en la empresa involucrado en las actividades relacionadas con la administración del inventario?

3 respuestas

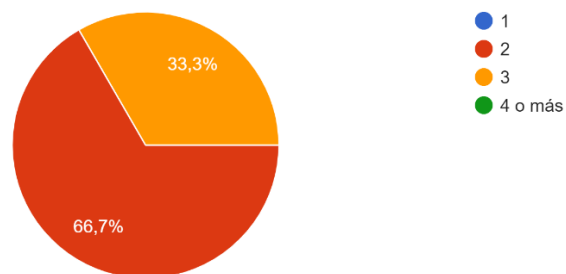


Figura 40. Encuesta-Cantidad de Personal Involucrado en la Administración del Inventario

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

Según su criterio ¿es suficiente el personal existente para realizar las tareas de administración del inventario?

3 respuestas

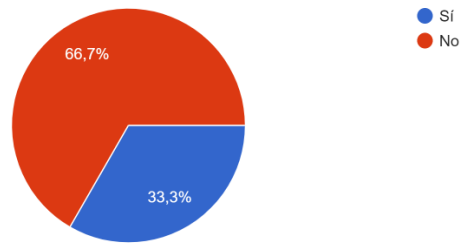


Figura 41. Encuesta-Suficiencia del Personal Existente

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

Además del personal encargado de la bodega ¿alguien más posee acceso a las existencias que se almacenan en la misma?

3 respuestas

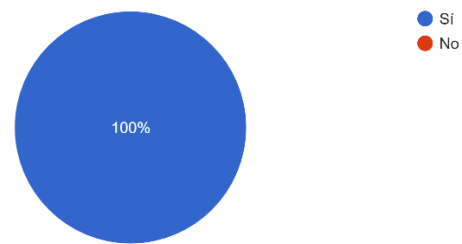


Figura 42. Encuesta-Acceso a las Existencias de la Bodega

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Están claramente definidas las responsabilidades de cada persona involucrada en el manejo del inventario?

3 respuestas

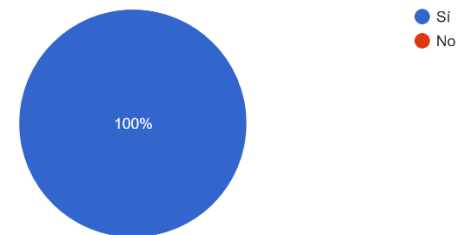


Figura 43. Encuesta-Responsabilidades del Personal

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

A1.2 Bodega y Activos

Actualmente ¿cuál es la cantidad de activos que existen en bodega?

3 respuestas

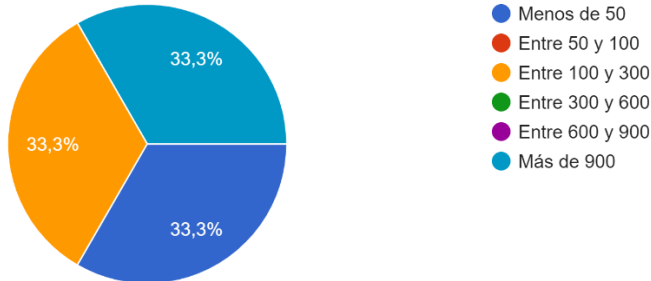


Figura 44. Encuesta-Cantidad de Activos Existentes en Bodega

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Qué valor monetario en total representan estos activos aproximadamente?

3 respuestas

140 millones de colones aprox
\$ 300 mil
5000000

Figura 45. Encuesta-Valor Monetario Aproximado de las Existencias

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Qué sistema de codificación se utiliza actualmente para la identificación de los activos? Detalle su respuesta

3 respuestas

Es manual. No se tiene escáner. Coficacion en SAP alfanumérica
Código de numero de parte, y por categoría
placas con código de barras

Figura 46. Encuesta-Sistema de Codificación Utilizado para la Identificación de los Activos

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Existen protocolos de recibimiento, registro y control de los inventarios y se siguen estrictamente?

3 respuestas

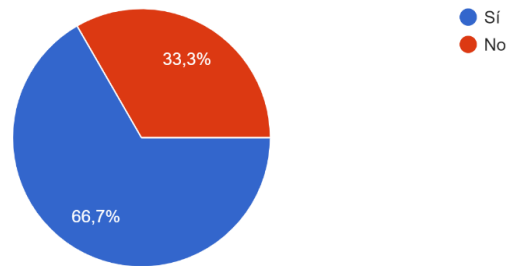


Figura 47. Encuesta-Existencia de Protocolos de Recibimiento y Control

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Considera que el espacio físico disponible y las condiciones de la bodega son adecuados para su función?

3 respuestas

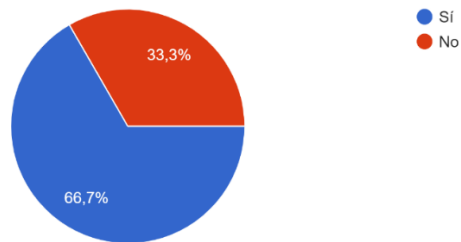


Figura 48. Encuesta-Espacio y Condiciones de la Bodega

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Se utiliza stock de seguridad como respaldo del inventario existente ante imprevistos?

3 respuestas

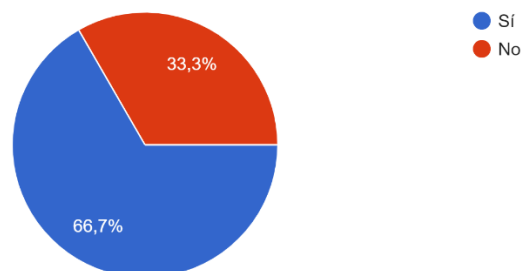


Figura 49. Encuesta-Utilización de Stock de Seguridad

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

A1.3 Registro y Documentación

La documentación relacionada con el manejo de los inventarios se lleva de manera:
3 respuestas

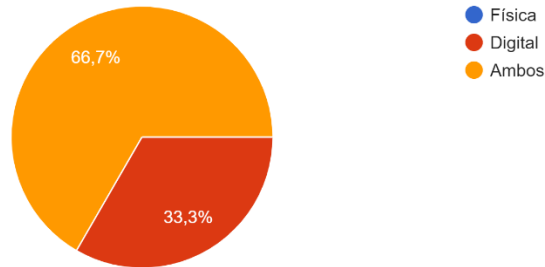


Figura 50. Encuesta-Formato Utilizado para el Registro y Documentación

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

Indique qué programa o software se utiliza para llevar el registro de las actividades de manejo del inventario en caso de llevarse de forma digital

3 respuestas

SAP B1
SBO
SAP

Figura 51. Encuesta-Software Utilizado en las Actividades de Registro y Documentación

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Cumple este programa con las expectativas o requerimientos del área de inventarios?
3 respuestas

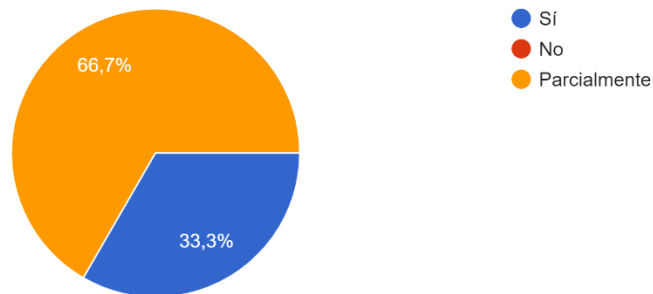


Figura 52. Encuesta-Utilidad del Software Empleado

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Cree que este programa sería adecuado para ser utilizado en los procesos de documentación, registro y control oficial de un Sistema de Gestión de Activos?

3 respuestas

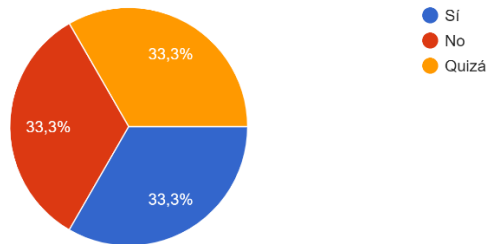


Figura 53. Encuesta-Utilidad del Software Empleado para la Implementación del SGA

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

A1.4 Otros Aspectos

¿Tiene conocimiento sobre la filosofía Lean Logistics?

3 respuestas

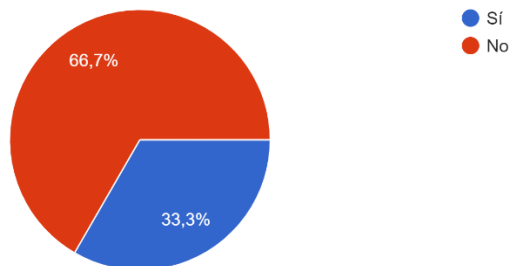


Figura 54. Encuesta-Conocimiento sobre la Filosofía Lean Logistics

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Se ha aplicado la filosofía Lean Logistics dentro de la gestión del inventario y la cadena de suministro?

3 respuestas

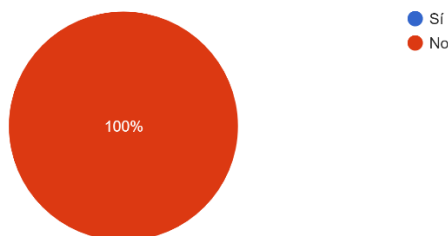


Figura 55. Encuesta-Aplicación de la Filosofía Lean Logistics

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

Los principales proveedores de la empresa son:
3 respuestas

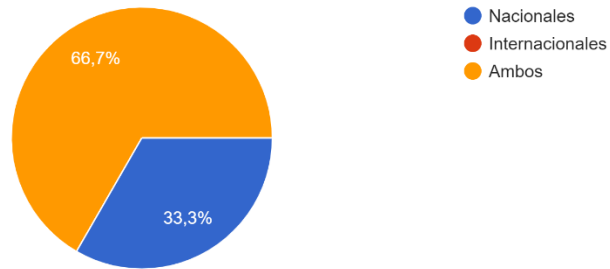


Figura 56. Encuesta-Proveedores de la Empresa

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

Los principales clientes de la empresa son:
3 respuestas

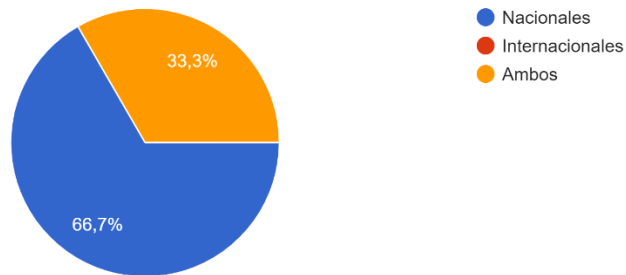


Figura 57. Encuesta-Clientes de la Empresa

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Se tiene control sobre los tiempos de entrega a lo largo de la cadena de suministro?
3 respuestas

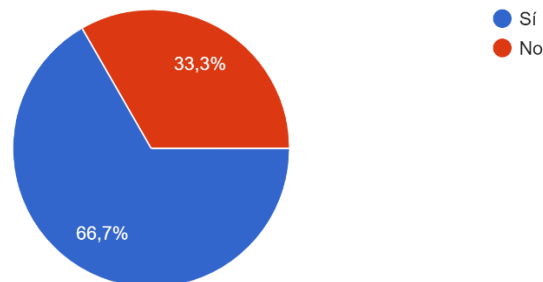


Figura 58. Encuesta-Control sobre los Tiempos de Entrega

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Se cuenta con algún programa de gestión de riesgos para evaluar los diferentes escenarios que se pueden dar en cuanto a la gestión del inventario?

3 respuestas

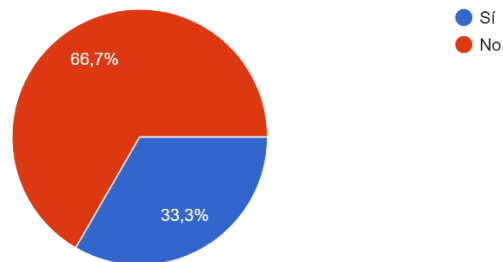


Figura 59. Encuesta-Gestión de Riesgos en la Administración del Inventario

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Se audita regularmente el sistema actual de la gestión del inventario para detectar posibles puntos de mejora?

3 respuestas

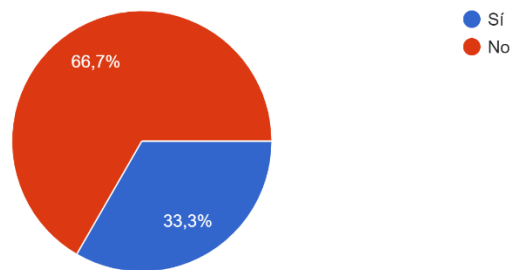


Figura 60. Encuesta-Realización de Auditorías del Sistema Actual

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

¿Qué puntos de mejora, según su criterio, posee el sistema actual de administración del inventario?
Indique de manera detallada

3 respuestas

Se puede aplicar el cycle count diario. Una muestra diaria de inventario según criterio ABC
Varios
Todo esta bien

Figura 61. Encuesta-Puntos de Mejora de la Gestión Actual del Inventario

Fuente: Formularios de Google. Elaboración Propia (2022)

ANEXO 2

A2. Política Integrada del Sistema Gestión Existente en Grupo Tical

Esta política actualmente se encuentra en etapa de desarrollo y adaptación. Es un ejemplo claro de cómo debe realizarse la política de gestión de activos, o más aún, debe generar una idea de la forma en la que se pueden integrar todas las políticas en pro del cumplimiento de metas organizacionales en común. En la siguiente figura se muestra lo que plantea Grupo Tical al respecto, lo cual puede encontrarse en su página web:

Política Integrada del Sistema de Gestión ISO 14001-45001

(EN PROCESO)

Centro Logístico Tical, empresa dedicada a la prestación de servicios de logística integral que ha considerado en su contexto interno y externo, el establecimiento de una política de gestión ambiental, seguridad y salud del trabajador. Sus procesos, actividades y servicios, bajo estos lineamientos, nos impulsa a los siguientes compromisos alineados con su Estrategia de Negocio, Visión, Misión.

- Cumplir con los requisitos legales aplicables, acatando las disposiciones de los diferentes organismos que regulan y protegen, el Ambiente, la Seguridad y Salud del Trabajador.
- Identificar, eliminar, prevenir, reducir los riesgos y peligros que conlleven, a lesiones, enfermedades y el deterioro de la salud de nuestros trabajadores como consecuencia del desarrollo de sus actividades.
- Mejorar continuamente el desempeño de nuestro Sistema de Gestión Integrado, los procesos y actividades en materia de Ambiente, de Seguridad y de Salud de los Trabajadores.
- Promover la participación, consulta y cultura de todos los trabajadores y sus representantes, Alta Dirección y Junta Directiva, por medio del comité designado.
- Promover la mejora continua en Seguridad y Salud de los Trabajadores y desempeño ambiental así la sostenibilidad ambiental como resultado de nuestras operaciones.

Figura 62. Política Integrada del Sistema de Gestión ISO 14001-45001 de Grupo Tical

Fuente: Grupo Tical (2019).

ANEXO 3

A3. Desarrollo de la Transformación Logarítmica Doble de la Función de Distribución Acumulativa de Weibull

$$F(t) = 1 - e^{\left[-\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]}$$

$$\frac{1}{e^{\left[\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]}} = 1 - F(t) \rightarrow \frac{1}{1 - F(t)} = e^{\left[\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]}$$

$$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] = \ln e^{\left[\left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^\beta\right]}$$

$$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] = \left(\frac{t - \delta}{\eta} \right)^\beta$$

$$\ln \left[\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right] = \beta \ln \left(\frac{t - \delta}{\eta} \right)$$

$$\ln \left[\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right] = \beta \ln(t - \delta) - \beta \ln(\eta) \rightarrow y = \beta x - b$$