



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA

Raúl Eduardo Castañeda Cabrera

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, agosto de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO
DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RAÚL EDUARDO CASTAÑEDA CABRERA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 26 de abril de 2012


Raúl Eduardo Castañeda Cabrera



Guatemala, 07 de agosto de 2013.
REF.EPS.D.543.08.2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Raúl Eduardo Castañeda Cabrera** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS



JMC/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de agosto de 2013.
REF.EPS.DOC.843.08.2013.

Ingeniero
Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Merck Cos.

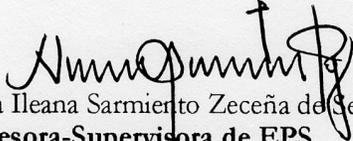
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Raúl Eduardo Castañeda Cabrera**, Carné No. **200815194** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA"**.

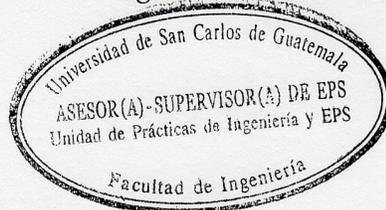
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZds/ra



REF.REV.EMI.137.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA**, presentado por el estudiante universitario **Raúl Eduardo Castañeda Cabrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. María Martha Wolford de Hernández
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

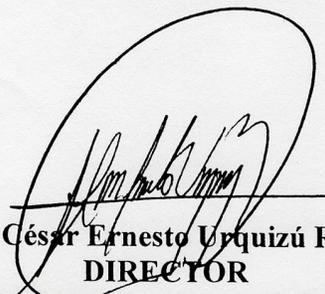
/mgp



REF.DIR.EMI.227.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA**, presentado por el estudiante universitario **Raúl Eduardo Castañeda Cabrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACION DE MANEJO DE INVENTARIOS EN PARQUE MUNDO PETAPA, IRTRA**, presentado por el estudiante universitario: **Raúl Eduardo Castañeda Cabrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, agosto de 2013



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la influencia más grande en mi vida y por todas las bendiciones que recibo de Él.
Mis padres	Raúl Castañeda y Sandra de Castañeda, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.
Mi hermano	Diego Castañeda, por ser parte esencial en mi vida.
Mis abuelos	Virgilio Castañeda y Oscar Cabrera, por todas sus bendiciones recibidas desde el cielo. Alicia Aldana y Filomena García, por su cariño
Mis tíos	Por sus valiosos consejos y por ser una importante influencia en mi carrera.
Mis primos	Por su apoyo incondicional y en especial a mi primo Rolando Castañeda, por enseñarme el significado de la vida.
Mi novia	María Rennee Díaz. Por todo su amor y apoyo recibido.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y permitirme realizar mis estudios universitarios.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme en el ámbito profesional.
Mis amigos de la facultad	Jorge de Paz, Alex Farnés, Enrique Valenzuela, Ernesto Moscoso, por su apoyo brindado a lo largo de la carrera.
Parque Mundo Petapa, IRTRA	Por darme la oportunidad de realizar mi proyecto de EPS.
Ing. Jorge Rodas	Por sus consejos y asesoramiento para la elaboración de este trabajo de graduación.
Señor Moisés Marroquín	Por su colaboración y apoyo en la elaboración del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. GENERALIDADES DEL PARQUE MUNDO PETAPA.....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Descripción de la institución.....	2
1.3. Visión.....	3
1.4. Misión.....	4
1.5. Parque Mundo Petapa.....	4
1.5.1. Ubicación.....	5
1.5.2. Servicios.....	5
1.5.3. Departamento de Operaciones y Mantenimiento.....	8
1.5.3.1. Organigrama.....	8
1.5.3.2. Funciones.....	10
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS.....	13
2.1. Diagnóstico.....	13
2.1.1. Diagrama Causa-Efecto.....	13
2.1.2. Descripción del problema.....	16
2.1.3. Estrategias.....	16

2.1.3.1.	Plan de evaluación de puestos.....	16
2.1.3.2.	Análisis de condiciones de almacenamiento.....	17
2.1.3.3.	Rediseño de la planificación de manejo de inventarios	18
2.2.	Descripción de situación actual.....	18
2.2.1.	Recurso humano	18
2.2.1.1.	Estructura organizacional.....	19
2.2.1.1.1.	Jerarquías.....	19
2.2.1.1.2.	Tramos de control.....	20
2.2.1.1.3.	Comunicación.....	20
2.2.1.1.4.	Toma de decisiones.....	20
2.2.1.1.5.	Clima organizacional.....	21
2.2.1.1.6.	Cultura organizacional ..	21
2.2.1.2.	Descripción de puestos	22
2.2.2.	Infraestructura	24
2.2.2.1.	Ubicación	24
2.2.2.2.	Edificación.....	25
2.2.2.3.	Dimensiones	25
2.2.2.4.	Ventilación.....	27
2.2.2.5.	Iluminación	29
2.2.2.6.	Pintura.....	31
2.2.2.7.	Mobiliario y equipo	31
2.2.3.	Plan de manejo de inventarios.....	34
2.2.3.1.	Políticas de pedido	34
2.2.3.2.	Requisición de materiales	34
2.2.3.3.	Recepción de materiales	39
2.2.3.4.	Almacenamiento.....	41
2.2.3.5.	Manejo físico del inventario	42

	2.2.3.6.	Retiro de materiales.....	45	
2.3.		Propuesta de mejora	47	
	2.3.1.	Plan de evaluación de puestos	47	
		2.3.1.1. Método de comparación de factores	48	
	2.3.2.	Análisis de condiciones de almacenamiento	56	
		2.3.2.1. Orden y limpieza	56	
		2.3.2.2. Estibado.....	57	
		2.3.2.3. Mobiliario	57	
		2.3.2.4. Estudio de iluminación	58	
		2.3.2.5. Análisis al sistema de ventilación.....	64	
	2.3.3.	Rediseño de la planificación de inventarios.....	65	
		2.3.3.1. Selección de materiales.....	66	
			2.3.3.1.1. Análisis de costos.....	66
			2.3.3.1.2. Análisis de criticidad.....	70
		2.3.3.2. Demanda de materiales seleccionados	72	
		2.3.3.3. Patrón de inventario de materiales seleccionados	92	
		2.3.3.4. Pronósticos.....	110	
		2.3.3.5. Costo de manejo de inventario	111	
			2.3.3.5.1. Costo de almacenamiento unitario	111
			2.3.3.5.2. Costo fijo por ordenar..	115
		2.3.3.6. Agotamiento	117	
		2.3.3.7. Modelo de inventario propuesto	117	

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE AGUA	127
3.1.	Diagnóstico	127
3.1.1.	Descripción del problema	127
3.1.2.	Árbol de problemas	128
3.1.3.	Árbol de objetivos	129
3.1.4.	Análisis y estrategias	129
3.2.	Descripción de situación actual	130
3.2.1.	Instalaciones	130
3.2.2.	Equipo de limpieza	131
3.2.3.	Actividades de limpieza	135
3.2.4.	Desperdicio de agua.....	136
3.2.5.	Costo del desperdicio de agua	138
3.3.	Plan de ahorro en consumo de agua	144
3.3.1.	Objetivos	144
3.3.2.	Estrategias	145
3.3.3.	Actividades	146
3.3.4.	Presupuesto	150
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	151
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación	151
4.1.1.	Descripción del problema	151
4.1.2.	Árbol de problemas	152
4.1.3.	Árbol de objetivos	152
4.1.4.	Análisis y estrategias.....	153
4.2.	Programa de capacitación.....	155
4.2.1.	Taller: Teoría de inventarios	156

4.2.2.	Taller: Uso de software planificación de manejo de inventarios (Microsoft Excel)	157
4.2.3.	Taller: Uso de software <i>Inventory theory and system WinQSB</i>	162
4.2.4.	Cronograma de actividades	163
4.3.	Capacitación al personal operativo y administrativo	164
4.3.1.	Bodega General.....	164
4.3.2.	Departamento de Operaciones y Mantenimiento ..	166
4.4.	Evaluación.....	166
4.4.1.	Reacción de participantes	166
4.4.2.	Conocimientos	167
4.4.3.	Resultados.....	169
CONCLUSIONES		171
RECOMENDACIONES.....		175
BIBLIOGRAFÍA.....		177
ANEXOS.....		179

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del Parque Mundo Petapa	5
2.	Organigrama del Departamento de Operaciones y Mantenimiento	9
3.	Diagrama Causa-Efecto	15
4.	Organigrama de la Bodega General	19
5.	Vista de planta de la Bodega General	26
6.	Elevación frontal de la Bodega General	27
7.	Plano de la distribución actual de lámparas	30
8.	Plano de la distribución de estanterías	32
9.	Croquis del área de recepción de materiales	40
10.	Formato de tarjeta de inventario perpetuo	44
11.	Formato de vale de retiro de materiales	46
12.	Gráfico de puntos de evaluación vs salario actual	55
13.	Dibujo pallet L1	58
14.	Plano de redistribución de lámparas en la Bodega General	63
15.	Diagrama de Pareto, juegos electromecánicos	69
16.	Patrón de inventario empaque de hule	92
17.	Patrón de inventario aceite Tribol 943/46	93
18.	Patrón de inventarios aceite Tribol 1100/150	93
19.	Patrón de inventario aceite Tribol 1100/220	94
20.	Patrón de inventario Dieltron I solvente desengrasante	94
21.	Patrón de inventario Dieltron III limpia contactos	95
22.	Patrón de inventario Dieltron IV	95
23.	Patrón de inventario Dieltron IV desplazante de humedad	96

24.	Patrón de inventario grasa Molub Alloy 860/220-2 pail	96
25.	Patrón de inventario aceite Viscogen KL-23	97
26.	Patrón de inventario aceite óptimo Viscogen KL 300	97
27.	Patrón de inventario cincho plástico de 5"	98
28.	Patrón de inventario cincho plástico de 8"	98
29.	Patrón de inventario tarugo plástico de 3/8"	99
30.	Patrón de inventario cincho plástico de 12"	99
31.	Patrón de inventario cincho plástico de 10"	100
32.	Patrón de inventario cincho plástico de 14" negro	100
33.	Patrón de inventario cincho plástico de 7"	101
34.	Patrón de inventario alambre de amarre.....	101
35.	Patrón de inventario remache pop de 3/16" x 3/4"	102
36.	Patrón de inventario tornillo completo No. 6 x 40	102
37.	Patrón de inventario tornillo polser de 1/4" x 2"	103
38.	Patrón de inventario tornillo spax 2" x 1/8"	103
39.	Patrón de inventario tornillo para lámina 10 x 1 1/4"	104
40.	Patrón de inventario tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"	104
41.	Patrón de inventario tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50	105
42.	Patrón de inventario tornillo para madera No. 8 de 1/2"	105
43.	Patrón de inventario chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"	106
44.	Patrón de inventario chaveta galvanizada 3/16" x 2 1/2"	106
45.	Patrón de inventario Citrus Power desengrasante	107
46.	Patrón de inventario cojinete No. 6203	107
47.	Patrón de inventario cojinete No. 6005 2RS	108
48.	Patrón de inventario cojinete 6205.....	108
49.	Patrón de inventario chaveta 2.5 x 25.....	109
50.	Patrón de inventario cojinete No. 6308 2RS	109
51.	Patrón de inventario cojinete No. 6206	110
52.	Modelo de inventario empaque de hule	122

53.	Diagrama de árbol de problemas	128
54.	Diagrama de árbol de objetivos	129
55.	Manguera 5	133
56.	Manguera 7	134
57.	Manguera 10	134
58.	Distribución de bombas hidráulicas	140
59.	Manguera 11	146
60.	Terminales de manguera	147
61.	Pistolas de lavado	147
62.	Diagrama de árbol de problemas para aplicar capacitación	152
63.	Diagrama de árbol de objetivos realizar la capacitación	153
64.	Cronograma de actividades	164
65.	Formato de cuestionario de reacción	167

TABLAS

I.	Capacidad en estanterías	33
II.	Listado de proveedores locales	38
III.	Familias de materiales	43
IV.	Puntos asignados a los factores según su grado	48
V.	Calificación del puesto: jefe de Bodega General	49
VI.	Calificación del puesto: encargado de activos fijos.....	50
VII.	Calificación del puesto: asistente de Bodega General.....	51
VIII.	Calificación del puesto: apoyo de Bodega General	52
IX.	Grados totales.....	53
X.	Salarios actuales personal de la Bodega General	54
XI.	Salarios propuestos para el personal de la Bodega General	55
XII.	Materiales colocados inadecuadamente	57
XIII.	Características de la tarea y del trabajador	60

XIV.	Niveles de reflectancia en superficies	61
XV.	Beneficio neto de juegos electromecánicos	68
XVI.	Materiales seleccionados.....	71
XVII.	Demanda empaque de hule.....	72
XVIII.	Demanda aceite hidráulico Tribol 943/46	73
XIX.	Demanda aceite Tribol 1100/150	73
XX.	Demanda de aceite Tribol 1100/220	74
XXI.	Demanda Dieltron I solvente desengrasante	74
XXII.	Demanda Dieltron III limpia contactos.....	75
XXIII.	Demanda Dieltron IV	75
XXIV.	Demanda Dieltron IV desplazante de humedad	76
XXV.	Demanda grasa Molub Alloy 860/220-2 pail.....	76
XXVI.	Demanda aceite Viscogen KL-23.....	77
XXVII.	Demanda aceite optimo Viscogen KL 300	77
XXVIII.	Demanda cincho plástico de 5"	78
XXIX.	Demanda cincho plástico de 8"	78
XXX.	Demanda tarugo plástico de 3/8"	79
XXXI.	Demanda cincho plástico de 12"	79
XXXII.	Demanda cincho plástico de 10"	80
XXXIII.	Demanda cincho plástico de 14" negro.....	80
XXXIV.	Demanda cincho plástico de 5"	81
XXXV.	Demanda alambre de amarre	81
XXXVI.	Demanda remache pop de 3/16" x 3/4"	82
XXXVII.	Demanda tornillo completo No. 6 x 40	82
XXXVIII.	Demanda tornillo polser de 1/4" x 2"	83
XXXIX.	Demanda tornillo spax de 2" x 1/8"	83
XL.	Demanda tornillo para lamina 10 x 1 1/4"	84
XLI.	Demanda tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"	84
XLII.	Demanda tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50	85

XLIII.	Demanda tornillo para madera No. 8 de 1/2"	85
XLIV.	Demanda chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"	86
XLV.	Demanda chaveta galvanizada de 3 1/16" x 2 1/2"	86
XLVI.	Demanda Citrus Power desengrasante	87
XLVII.	Demanda cojinete No. 6203	87
XLVIII.	Demanda cojinete No. 6005 2RS	88
XLIX.	Demanda cojinete No. 6205	88
L.	Demanda chaveta 2.5 x 25	89
LI.	Demanda cojinete 6308 2RS.....	89
LII.	Demanda cojinete No. 6206	90
LIII.	Resumen de cantidades demandas por material.....	91
LIV.	Área ocupada por material	112
LV.	Costo de almacenamiento unitario anual por material	114
LVI.	Costo fijo por ordenar	116
LVII.	Indicadores de inventario	123
LVIII.	Costos asociados al manejo de inventarios.....	125
LIX.	Porcentaje de agua desperdiciada en labores de limpieza.....	137
LX.	Cantidad semanal de agua desperdiciada.....	138
LXI.	Potencia real de bombas hidráulicas.....	141
LXII.	Consumo de energía eléctrica y sus costos asociados	142
LXIII.	Cantidades de agua extraídas y distribuidas	143
LXIV.	Redistribución de mangueras Plaza Arcoíris	149
LXV.	Presupuesto para la ejecución de la propuesta de mejora	150
LXVI.	Calificación de entrevistas de conocimientos	168
LXVII.	Resultados caso de estudio	170

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AG	Agotamiento
A	Área
CD	Cantidad de agua desperdiciada
z	Cantidad de desviaciones estándar para obtener la probabilidad de agotamiento aceptable.
Q	Cantidad óptima de pedido
HCP	Cavidad de piso
HCC	Cavidad de techo
HCA	Cavidad local
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
cm/s	Centímetro por segundo
I	Corriente
CAU	Costo de almacenamiento unitario
CFO	Costo fijo por ordenar
CMIN	Costo de mantener inventario normal
CMSS	Costo de mantener <i>stock</i> de seguridad
CP	Costo por pedir
CT	Costo total de manejo de inventario
∅	Diámetro
D	Demanda anual
Dep.	Depreciación
σ	Desviación estándar

EE	Energía eléctrica
fm	Factor de mantenimiento
K	Factor de utilización
gal	Galón
gal/min	Galones por minuto
°	Grado
h	Hora
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
Manto	Mantenimiento
μ	Media
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/h	Metro cúbico por hora
m/h	Metro por hora
min	Minuto
P_p	Nivel de reflectancia en pared
P_f	Nivel de reflectancia en piso
P_c	Nivel de reflectancia en techo
P_{cc}	Nivel de reflectancia total
'	Pie
%	Porcentaje
PC	Porcentaje de agua desperdiciado
P	Potencia
”	Pulgada
R	Punto de reorden
RCC	Relación de cavidad de techo
RCP	Relación de cavidad de piso

RCA	Relación de cavidad local
SS	<i>Stock</i> de seguridad
TA	Tiempo de actividad
TD	Tiempo de desperdicio de agua
TO	Tiempo de operación de bombas
Ve	Velocidad
V	Voltaje
W	Watt

GLOSARIO

Almacenamiento	Manejo con el propósito de posicionar o asegurar los bienes en el espacio designado.
Anemómetro	Aparato meteorológico que se utiliza para medir la velocidad del viento.
Bodega	Espacio destinado al almacenamiento de distintos bienes.
Bomba hidráulica	Máquina generadora que transforma la energía mecánica en energía hidráulica para mover un fluido.
Capacitación	Actividad que busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas del personal.
Costo fijo	Costo que no es sensible a pequeños cambios en los niveles de la actividad de la organización.
Chaveta	Pieza de sección rectangular que se inserta entre dos elementos para evitar que se produzcan deslizamientos de una pieza sobre la otra.
Cojinete	Elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura que facilita su desplazamiento.

Criticidad	Medida de priorización para la asignación de actividades.
Demanda	Cantidad y calidad de bienes o servicios adquiridos por el mercado.
Depreciación	Reducción anual del valor de un bien.
Electromecánico	Combinación de las ciencias eléctricas y mecánicas.
Erogación	Salida o desembolso de efectivo.
Flujo luminoso	Medida de potencia luminosa percibida medida en luxes.
Infraestructura	Conjunto de elementos que se consideran necesarios para el funcionamiento de una organización.
Iluminación	Cantidad de luz que llega a una superficie luxes.
Inventario	Bienes almacenados por una organización para utilizarlos en algún momento futuro. (<i>Stock</i>)
Lux	Medida de intensidad luminosa en el sistema internacional de unidades.
Mano de obra directa	Mano de obra consumida en áreas que tienen relación con la prestación de algún servicio.

Mano de obra indirecta	Mano de obra consumida en áreas administrativas.
Mantenimiento correctivo	Mantenimiento que corrige defectos observados.
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento que garantiza la fiabilidad de equipos antes que pueda producirse una falla.
Microsoft Excel	Hoja de cálculo electrónica.
Optimización	Mejoramiento de condiciones en su máxima expresión.
Patrón de inventario	Gráfico que muestra el comportamiento de las entradas y salidas de materiales.
Planificación	Proceso metódico para obtener un objetivo.
Procedimiento	Conjunto de operaciones para lograr un resultado.
Pronóstico	Estimación de la demanda en situaciones de incertidumbre.
Proveedor	Organización que abastece de un material a otra.
Reflectancia	Porcentaje de luz reflejada por una superficie.
Software	Soporte lógico de un sistema informático.

RESUMEN

Parque Mundo Petapa se caracteriza por brindar a los trabajadores del sector privado de Guatemala y sus familias recreación a través de la gran diversidad de atracciones para niños y adultos, sin salir del perímetro capitalino. Se encuentra ubicado en la avenida Petapa y 42 calle de la zona 12, sobre un terreno de 10,79 hectáreas de extensión, con una capacidad de 12 000 visitantes de forma simultánea. Cuenta con un total de 23 atracciones electromecánicas, zoológico, piscinas, teatro, kioscos y restaurantes.

Para el mantenimiento preventivo y correctivo de las distintas atracciones electromecánicas se cuenta con cierta cantidad de materiales almacenada en la Bodega General y sirven como amortiguador ante la incertidumbre de la demanda de los mismos. La planificación de manejo de inventarios actual permite el correcto funcionamiento del parque, pero no asegura la minimización de costos de operación. Al ser un método empírico y poco preciso no se tiene definida claramente la demanda de cada uno de los materiales con los que se cuenta, es por ello que en ocasiones se presenta una escasez de materiales que atrasan los programas de mantenimiento y en otras ocasiones genera una acumulación excesiva de materiales.

Para hacer frente a la problemática se plantea el rediseño al sistema de planificación de manejo de inventarios, abarcando únicamente los materiales que se consideren críticos para el mantenimiento de las atracciones electromecánicas. En primera instancia se definió claramente la cantidad de materiales demandados de forma anual, se fijaron costos de almacenamiento unitario y costos fijos por ordenar para cada uno de los materiales

seleccionados. Con lo cual se determinó el modelo de inventario propuesto que garantiza el abastecimiento de la cantidad de materiales indicados en el momento preciso. Dicho modelo contiene cantidades óptimas de pedido (número de unidades o galones a pedir), puntos de reorden (nivel del inventario en el que se debe de colocar un nuevo pedido) y *stock* de seguridad (cantidad mínima almacenada para contrarrestar los picos de la demanda). Al determinar cada uno de los elementos del modelo se puede gestionar la planificación de materiales de mejor manera minimizando los costos asociados al manejo de inventario.

OBJETIVOS

General

Rediseñar el sistema de planificación de manejo de inventarios para la sección de juegos electromecánicos en Parque Mundo Petapa, IRTRA.

Específicos

1. Realizar un plan de evaluación de puestos dentro de la Bodega General.
2. Analizar las condiciones de almacenamiento actual y proponer mejoras sustanciales, para el resguardo de materiales.
3. Determinar los materiales considerados como críticos, para el funcionamiento de los juegos electromecánicos.
4. Establecer modelos de inventario que se acoplen a las necesidades de la institución para su planificación.
5. Determinar el punto de reorden y la cantidad óptima de pedido, para cada uno de los materiales seleccionados.
6. Diseñar un plan de ahorro de consumo de agua en las actividades de limpieza de juegos electromecánicos.

7. Realizar un programa de capacitación según las recomendaciones de la institución.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de las ampliaciones que se han realizado en Parque Mundo Petapa del Instituto de Recreación los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA), se ha aumentado la cantidad de juegos electromecánicos en los últimos años. Por lo cual dentro de la Bodega General han surgido una serie de cambios significativos en cuanto a cantidad de materiales que se manejan, de esta manera se realizó un cambio hacia otras instalaciones dentro del parque teniendo una capacidad de almacenamiento mayor. Pese a estos cambios se han presentado dificultades en cuanto a la administración del inventario, debido a una planificación empírica generando desabastecimiento de materiales durante un período significativo, lo cual se traduce en atrasos en los mantenimientos brindados a las atracciones.

Por tanto, el presente trabajo de graduación, elaborado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), surge ante la necesidad de rediseñar el sistema de planificación de manejo de inventarios actual, considerando todos los aspectos que conforman la Bodega General. En el capítulo I se hace una descripción general del Parque Mundo Petapa, haciendo referencia a historia, visión, misión ubicación, servicios. Asimismo se presenta una descripción detallada del Departamento de Operaciones y Mantenimiento del parque.

En el capítulo II se presenta la propuesta, para el rediseño de la planificación de manejo de inventario mediante un modelo cuantitativo que permita determinar la cantidad de unidades que se deben de adquirir, el momento en el cual se debe de colocar dicho pedido en relación al nivel del

inventario que se posee, esto con el propósito de minimizar el costo asociado al manejo de inventario.

En el capítulo III se presenta el plan para el reducir el consumo de agua en las actividades de limpieza de los juegos electromecánicos. Dicho plan se centra en la instalación de dispositivos de ahorro de agua, así como la modificación de los equipos existentes para incrementar su eficiencia y evitar de esta forma el desperdicio del vital líquido. Entre los dispositivos de ahorro se encuentran las pistolas de lavado, terminales de manguera y empaques los cuales reducen en gran medida el consumo de agua, permitiendo la realización de las actividades de forma eficiente. Asimismo el plan contempla la capacitación al personal que tiene a su cargo las actividades de limpieza de las atracciones en cuanto al manejo adecuado del agua.

En el capítulo IV se hace referencia al programa de capacitación que se impartió para lograr que el personal que se encuentre involucrado en la planificación de manejo de inventarios tenga conocimiento puntual acerca de las técnicas y métodos, para poder implementar de mejor forma el modelo de inventario propuesto, con el objetivo de realizar la planificación para el resto de materiales pendientes que no se abordan en este documento.

1. GENERALIDADES DEL PARQUE MUNDO PETAPA

1.1. Reseña histórica

“El Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala -IRTRA-, es una Institución organizada, operada y sostenida totalmente por los empresarios privados de Guatemala, cuyos más destacados representantes, como la Cámara de Industria de Guatemala, la Cámara de Comercio de Guatemala y Asociación General de Agricultores, promovieron ante el Congreso de la República la promulgación de una ley que permitiera a los empresarios privados brindar recreación a sus trabajadores y familiares en instalaciones adecuadas.

Fue así como el 1 de julio de 1962 entró en vigencia el Decreto No. 1528 que contiene la Ley de Creación del Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala. Desde esa fecha hasta el 31 de Julio de 1992 los empresarios privados habían contribuido mensualmente con el 3 por millar sobre sueldos y salarios ordinarios pagados a sus trabajadores, mientras que a éstos no se les deducía porcentaje alguno por este concepto.

El 1 de agosto de 1992 entró en vigencia el Decreto No. 43-92 del Congreso de la República, el cual contiene las disposiciones que reforman el anterior Decreto No. 1528. A partir de esa fecha los patronos del sector privado incrementaron su contribución al 1 % mensual sobre sueldos y salarios

ordinarios y extraordinarios que pagan sus trabajadores. Es decir, esta contribución es pagada totalmente por los patronos.”¹

Parque Mundo Petapa fue inaugurado el 26 de marzo de 1976, contando con áreas deportivas, zoológico, restaurantes, piscinas, salón de usos múltiples y un total de 8 juegos electromecánicos, en su gran mayoría para niños.

En 2010 el parque sufrió una transformación total al ampliar sus instalaciones, aumentando la cantidad de restaurantes, tiendas, kioscos y principalmente juegos electromecánicos, se instalaron un total de 15 nuevas atracciones. Con todas estas modificaciones se aumentó la capacidad del parque a 12 000 visitantes de forma simultánea. Así mismo se realizó la construcción de una torre de parqueos con capacidad para mil vehículos. Dicha remodelación forma parte de las recomendaciones de la IAPPA (International Association of Amusement Parks and Attractions) a la cual pertenece IRTRA y sugiere cambios constantes en sus centros de diversión.

En el 2012 se apertura una nueva área del parque, plaza Mi Barrio donde se encuentra una rueda panorámica de 35 metros de alto y una serie de edificaciones que representan la Guatemala de antaño (iglesia del Carmen, Portal del Comercio, edificio de la Lotería Nacional). Adicionalmente se realizó la construcción de la segunda torre de parqueos.

1.2. Descripción de la institución

El Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA), es una institución organizada, operada y sostenida

¹ Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

totalmente por los empresarios privados de Guatemala para brindar recreación a los trabajadores y familiares en instalaciones adecuadas.

Dentro del objetivo de IRTRA está proporcionar lugares, instalaciones y condiciones adecuadas, para brindar el descanso y recreación de los trabajadores de las empresas privadas y de quienes lo visita. Se tiene la satisfacción de haber brindado recreación a más de treinta y tres millones de trabajadores del sector privado y sus familias, desde su fundación a la fecha.

1.3. Visión

“En IRTRA nos vemos a futuro como una entidad rectora, a nivel nacional e internacional, en materia de recreación para el sector trabajador.

Nuestra Visión es la de crear parques y jardines de atracciones y diversiones con la mejor tecnología disponible, la cual genere las mejores instalaciones para servicio y disfrute de nuestros usuarios.

Nuestro servicio hacia la comunidad se materializa en las grandes obras que proyectamos y realizamos. Visualizamos a nuestros colaboradores como los protagonistas en cada centro, en cada parque, en cada jardín. Ellos recibirán continuamente una formación esmerada para desarrollar sólidos valores de servicio, para el perfeccionamiento de su vida profesional y de su calidad de vida integral.”²

² Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

1.4. Misión

“Brindar un servicio de excelencia a la comunidad, especialmente a los trabajadores de la empresa privada y sus familias, así como contribuir con el turismo local y extranjero que así lo requiera, siendo fieles a nuestras bases de proyectar sana diversión y esparcimiento a las personas.

Para ello proporcionamos recreación, diversión y hospedaje en lugares que ofrecen comodidad, seguridad, eficiencia, limpieza y “magia” en condiciones adecuadas.

Brindamos al trabajador y al visitante las mejores instalaciones, a los mejores niveles de servicio, para que estas actividades contribuyan con los patrocinadores del IRTRA a su sostenimiento.

Nuestra misión incluye crear parques recreativos y vacacionales que se diseñen con los métodos más avanzados y que sean operados por el personal más competente, amable y con alto espíritu de servicio, así como cooperar con la educación en materia de comportamiento social, lo que permite que nuestros huéspedes o visitantes obtengan esparcimiento de óptima calidad.

Como institución amante de nuestro país y sus riquezas nos preocupamos por nuestros entornos, contribuyendo a preservar la ecología de los lugares donde desarrollamos nuestra Misión.”³

1.5. Parque Mundo Petapa

El parque representa un innovador concepto en diversiones para chicos y grandes, contando con un atractivo valle de dinosaurios a escala natural,

³ Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

zoológico peatonal, juegos de arcada, parque de diversiones con juegos electromecánicos, área de piscinas, teatros y clínica médica. Todo lo anterior, dentro de un marco decorativo de fantasía y colorido de personales propios del parque, en un contexto ecológico de árboles, áreas verdes y jardines.

1.5.1. Ubicación

Se encuentra situado entre la 41 y 43 calle y calzada Petapa zona 12, de la ciudad capital. Su acceso principal se realiza por la 41 calle (ver figura 1).

Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Mundo Petapa



Fuente: Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

1.5.2. Servicios

Parque Mundo Petapa se caracteriza por brindar la recreación a los trabajadores del sector privado, para lo cual cuenta con distintas áreas que permiten la sana diversión a cada uno de sus visitantes.

- Juegos electromecánicos

Se cuenta con un total de 23 atracciones electromecánicas, distribuidas en dos áreas específicas:

- Plaza Arcoíris

En la que se encuentran las siguientes atracciones:

- Carros Gnomos
- Los Voladores
- Frisbi
- Convoy
- BUMPERCITOS
- Bicicletas Mágicas
- Polo Norte
- Tren Río Grande
- Dragón
- Carrousel
- Loco Bus
- Aviones
- Samba Ballon
- Ballon Wheel

- Plaza Alegría

En la que se encuentran las siguientes atracciones:

- Bricanguro

- Moto Bala
 - Tronco Splash
 - Bumperazo
 - Remolino
 - Ratón Loroco
 - Delta
 - Comanche
 - Rascacielos
- Zoológico La Jungla

El zoológico cuenta con una colección de 60 especies distintas de aves, 24 especies de mamíferos y 11 especies de reptiles. Además de la recreación de los visitantes, se cumple con los principales objetivos de un zoológico, como lo son la reproducción, conservación, investigación y educación. A la fecha se ha logrado la reproducción de especies en peligro de extinción como el caso de jaguares, zaraguates, monos araña, venados cola blanca, tepezcuintles.

- Piscinas

Cuenta con dos piscinas, una olímpica y otra para niños, el área cuenta con vestidores y duchas para damas y caballeros.

- Teatro

Domo equipado con lo más moderno en iluminación y sonido, con capacidad para 1 600 personas. Apropiado para disfrutar de obras teatrales, música y variedades.

- Kioscos y restaurantes

Se cuenta con una gran variedad de kioscos y restaurantes a lo largo y ancho de todo el parque. Cuenta con:

- Pollo Campero
- Kioscos El Castillo
- Los Vaqueritos
- El Gnomo
- La Refa
- Restaurante El Pajonal
- Ventas de helados

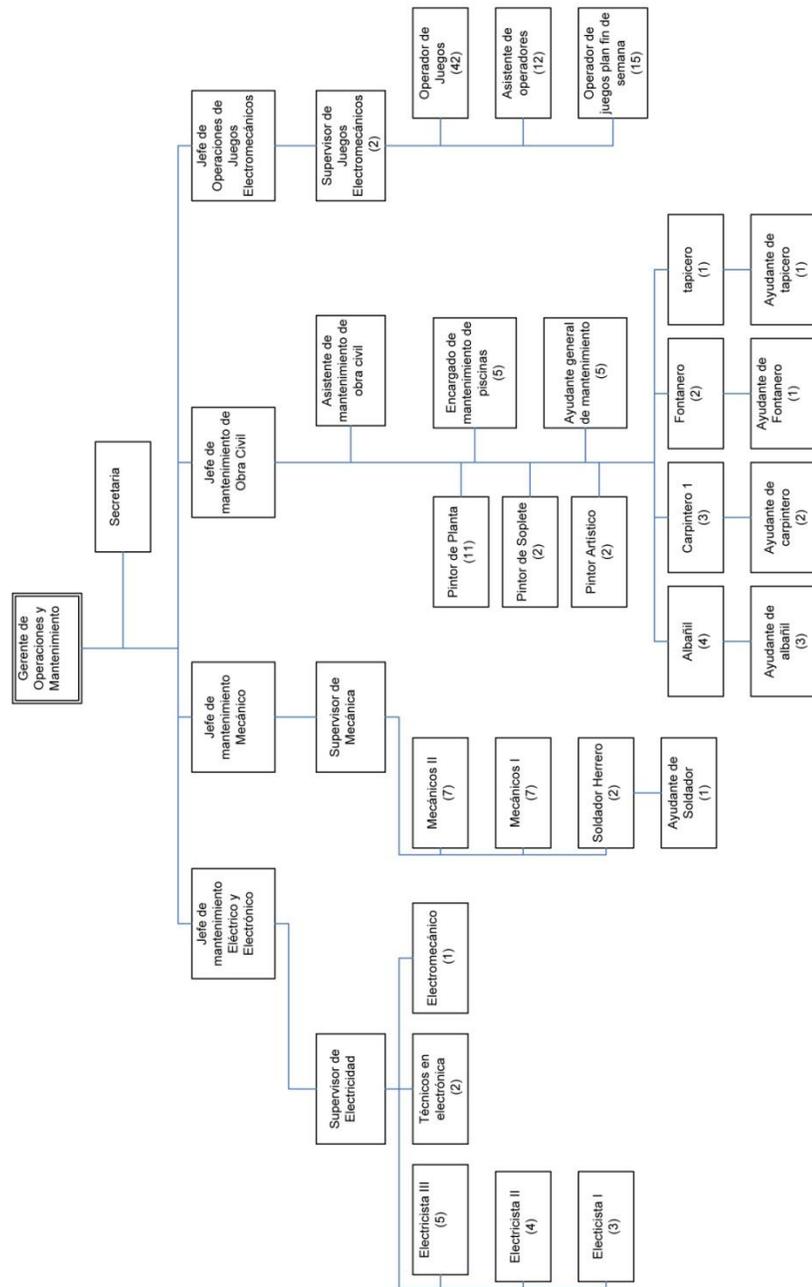
1.5.3. Departamento de Operaciones y Mantenimiento

Parque Mundo Petapa IRTRA se encuentra conformado por distintos departamentos, pero debido a que el proyecto se realiza dentro y bajo la asesoría del Departamento de Operaciones y Mantenimiento, en este capítulo únicamente se detallará dicho departamento.

1.5.3.1. Organigrama

La representación gráfica de la estructura del Departamento de Operaciones y Mantenimiento es un modelo sistemático que permite tener una idea uniforme acerca de la estructura del mismo. El organigrama de este departamento se ilustra en la figura 2.

Figura 2. Organigrama del Departamento de Operaciones y Mantenimiento



Fuente: Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

1.5.3.2. Funciones

- Área de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico

Esta área es la encargada de realizar las inspecciones y mantenimientos pertinentes para la conservación del parque en general. Los trabajos de mantenimiento pueden ser diarios, semanales, mensuales, semestrales y anuales, esto debe aplicarse a todo los componentes relacionados con la electricidad como lo son los transformadores, los paneles eléctricos, las bobinas de electroválvulas, cableado, paneles de operación, motores eléctricos e iluminación del juego. Además son los encargados velar por la iluminación y el fluido eléctrico de todo el parque.

- Área de Mantenimiento Mecánico

Esta área es la encargada de realizar las inspecciones y mantenimientos para la conservación de las atracciones. Los trabajos de mantenimiento pueden ser diarios, semanales, mensuales, semestrales y anuales, esto debe aplicarse a todos los componentes accionados mecánicamente como lo son compresores, depósitos (aire y aceite), válvulas, cilindros, mangueras en sistemas electro-neumáticos y electro-hidráulicos, así como a los mecanismos de traslación y a todo lo que se refiere a estructura metálica de los juegos electromecánicos.

- Área de Mantenimiento de Obra Civil

Esta área es la encargada de brindar el mantenimiento preventivo y correctivo a cualquier tipo de construcción que se encuentre dentro del parque.

Comprende el mantenimiento a tuberías y grifos, remozamiento de barandales, pisos, techos, paredes y demás partes del área construcción.

- Área de Operaciones de Juegos Electromecánicos

Esta área es la encargada de operar de manera correcta los juegos electromecánicos, verificando medidas de seguridad, aseguramiento de barras, verificación de alturas mínimas y máximas, evitando que los visitantes aborden con objetos que puedan poner en peligro la operación del juego (gorras, lentes, cámaras etc.). Asimismo, deben de verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los juegos electromecánicos y son los encargados de reportar cualquier tipo de anomalía o falla que presente durante la operación. Le corresponde la limpieza de vehículos, estructura del juego y áreas aledañas al juego (jardines, edificios, caminaminetos, etc.).

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. REDISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS

2.1. Diagnóstico

Para realizar un correcto diagnóstico de la situación actual se deben de utilizar herramientas exploratorias que permitan visualizar de forma fácil el problema a tratar.

2.1.1. Diagrama Causa-Efecto

Este diagrama también se conoce como Diagrama de Pescado o Diagrama Ishikawa. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable. Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales y cada una se subdivide en sub causas. El proceso continúa hasta que se detecten todas las causas posibles, las cuales deben de incluirse en una lista. Se deben de tener varios niveles de espigas para que pueda proporcionar un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia. Después, los factores se analizan de manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema. Es posible que este proceso tienda a identificar soluciones potenciales.

Se identificaron las variables que pueden incidir de manera directa o indirecta al sistema de planificación de manejo de inventarios. Se identificaron los componentes principales del sistema de planificación de inventarios: recurso

humano, infraestructura, plan y procedimientos. Cada uno de ellos tiene incidencia directa en la planificación de manejo de inventarios.

Cuando se habla de recurso humano se hace referencia al trabajo que aporta el personal que labora en la Bodega General, el cual es el responsable del manejo, recepción, almacenaje y despacho de todos los materiales y repuestos que se necesitan para el correcto funcionamiento del parque.

La infraestructura, es el conjunto de elementos que se consideran necesarios para manejar de forma correcta el inventario físico. Esencialmente la infraestructura para el manejo de inventarios se centra en la edificación y el mobiliario y equipo con el que se cuenta para poder realizar la recepción, almacenaje y despacho de materiales.

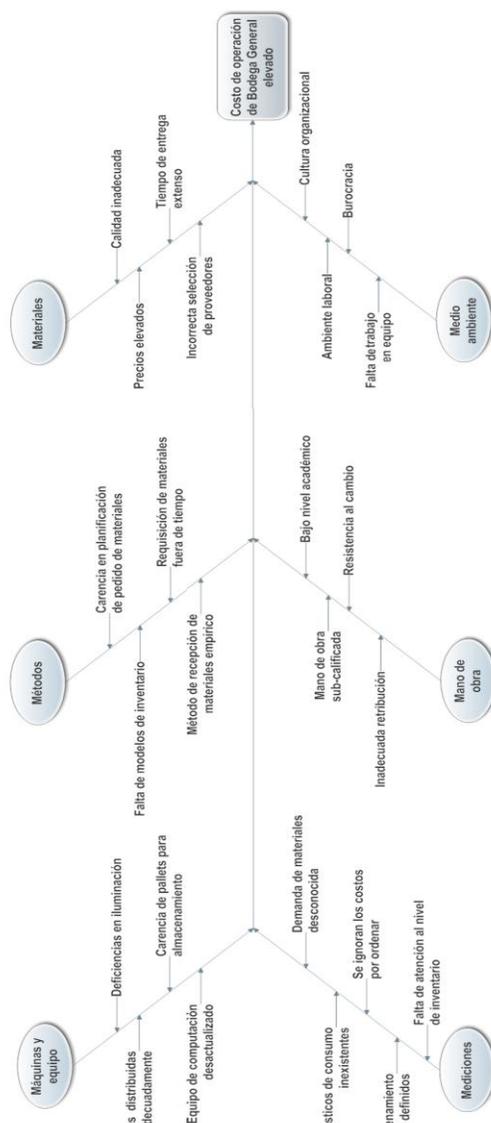
El programa de planificación de inventarios es la parte medular del presente sistema, debido a que este determina la cantidad a ordenar cuando se reabastece el inventario y cuando debería de reabastecerse el inventario. El inventario sirve como un amortiguador contra la incertidumbre de la necesidad de materiales y mantienen disponible un suministro de artículos en caso la institución lo requiera. Aunque el inventario tiene una función importante y esencial, el desembolso asociado con su financiamiento y mantenimiento es una parte considerable del costo de funcionamiento de la Institución.

Asimismo, se tienen los procedimientos relacionados al manejo de inventarios que son fundamentales para el desarrollo de las actividades de la Bodega General.

El presente Diagrama Causa-Efecto (ver figura 3), identifica todos los aspectos que se deben de tomar en cuenta para el rediseño del sistema de

planificación de inventarios. Esto no quiere decir que cada una de las variables mencionadas en el diagrama presenta algún tipo de problema, sino que se debe de realizar un análisis y/o evaluación para determinar su situación actual y a partir de ello se propongan las mejoras convenientes.

Figura 3. Diagrama Causa-Efecto



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

2.1.2. Descripción del problema

Actualmente se cuenta con una planificación para el manejo de inventarios que permite que el correcto funcionamiento del parque, pero su manejo es empírico y poco preciso por lo cual los costos asociados al manejo de inventarios son altos. Asimismo, los procedimientos relacionados con el manejo de inventarios no son los adecuados.

Al hablar de un sistema se deben de considerar cada uno de sus componentes que lo conforman, recurso humano, infraestructura, plan o programación y procedimientos. Se debe de evaluar de manera precisa si se cuenta con las condiciones adecuadas para el almacenamiento del inventario, si se posee con el personal adecuado para la gestión de inventarios.

2.1.3. Estrategias

A continuación se presentan el conjunto de acciones a realizar para lograr el rediseño del sistema de planificación de manejo de inventarios.

2.1.3.1. Plan de evaluación de puestos

Técnica para analizar cada uno de los puestos con la finalidad de determinar su importancia o valor en relación con los demás. Se describen detalladamente los deberes y responsabilidades específicas del puesto y los requisitos mínimos del trabajador para realizar el trabajo. Esta evaluación se realizará a los puestos de la Bodega General.

Se empleará el sistema de puntos para determinar cuantitativamente el valor relativo de los puestos. Posteriormente se establecen los salarios actuales

de cada uno de los puestos para determinar si necesitan algún tipo de ajuste con base a su importancia.

2.1.3.2. Análisis de condiciones de almacenamiento

Se debe de realizar un análisis a las condiciones en las cuales se resguardan los materiales dentro de la Bodega General. Asimismo se deben de tomar en cuenta las condiciones de iluminación, ventilación y espacio físico.

- Evaluar las condiciones de almacenamiento, las cuales deben de asegurar el sostenimiento de la calidad de los materiales.
- Analizar de manera cualitativa y cuantitativa si la Bodega General posee suficiente espacio físico para el almacenaje de materiales, tomando en cuenta la cantidad de materiales y el tamaño que ocupan.
- Análisis de luminosidad mediante el método de cavidad zonal para establecer si el nivel de iluminación dentro de la Bodega General es el adecuado para que el personal pueda llevar a cabo sus labores sin ningún tipo de dificultad debido a este factor.
- Análisis de renovación de aire para determinar si la cantidad del mismo dentro de la Bodega General es la adecuada, para que el personal pueda realizar de la mejor manera posible sus labores diarias.

2.1.3.3. Rediseño de la planificación de manejo de inventarios

Remplazo de políticas de pedido de materiales que minimicen el costo asociado al manejo del inventario. Determinando de forma clara y precisa las cantidades a ordenar cuando se reabastece el inventario y el momento en que se debe de realizar, mediante modelos de inventario que se adapten a las necesidades de la institución.

Se tomarán en cuenta únicamente aquellos materiales que se consideren críticos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los juegos electromecánicos con los que cuenta el parque, mediante un análisis de criticidad se tomarán en cuenta los materiales cuyo consumo sea masivo (elevado) y los materiales que representen un costo elevado para el parque.

2.2. Descripción de situación actual

Se deben de tomar en cuenta cada una de las variables que conforman el sistema de planificación de manejo de inventarios, ya que cada una tiene incidencia directa en el resultado final del sistema.

2.2.1. Recurso humano

Para el correcto funcionamiento de la Bodega General se cuenta con personal especializado para la recepción, almacenamiento y despacho de materiales.

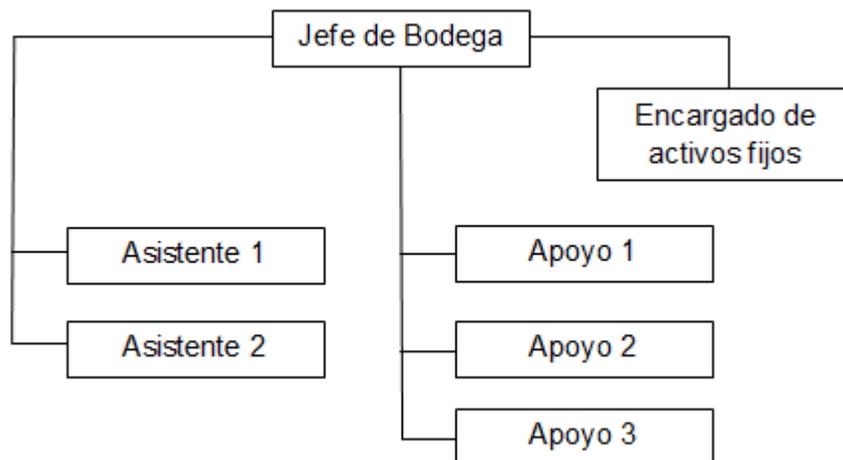
2.2.1.1. Estructura organizacional

Su finalidad dentro de la institución es establecer un sistema de papeles que deben de ser desarrollados por sus miembros para laborar de forma óptima y que se logren alcanzar las metas trazadas en la planificación.

2.2.1.1.1. Jerarquías

El jefe de Bodega General es el que se encuentra en la cima de la jerarquía dentro de dicho departamento. En un nivel inferior se encuentra el encargado de activos fijos, en el siguiente nivel en forma descendente se encuentran los asistentes y apoyos de la Bodega General. Este nivel jerárquico se puede visualizar de mejor manera mediante el organigrama que se presenta en la figura 4.

Figura 4. Organigrama de la Bodega General



Elaboración: Bodega General, Parque Mundo Petapa.

Se cuenta con un total de 7 colaboradores para la administración de la Bodega General de Parque Mundo Petapa, IRTRA.

2.2.1.1.2. Tramos de control

Debido a que es un grupo de colaboradores reducido el encargado de activos fijos, asistentes y apoyos se encuentran bajo la autoridad del jefe de Bodega General, sin las órdenes de éste no se puede realizar ningún tipo de acción que se encuentre fuera de sus labores programadas.

2.2.1.1.3. Comunicación

El tipo de comunicación desarrollada es de tipo operacional y se realiza de forma vertical y horizontal en la mayoría de situaciones. Esta se presenta de forma descendente y ascendente (subordinados y jefe) así como de forma horizontal (entre los mismos subordinados). Permite controlar y regular la conducta del subordinado en cuanto a instrucciones, planificación, información de procedimientos, prácticas y políticas. Se utilizan como canales de comunicación el teléfono, correo electrónico y reuniones (programadas y no programadas). Cuando se necesita expresar una gran cantidad de información en poco tiempo se opta por utilizar el teléfono y las reuniones. Ahora bien, si se necesita expresar una gran cantidad de información pero de forma más detallada y compleja se opta por la utilización del correo electrónico donde se puede utilizar un lenguaje más preciso y objetivo.

2.2.1.1.4. Toma de decisiones

La forma en la que se toma las decisiones dentro de la Bodega General carece de la aplicación de metodologías cuantitativas de administración y se

basan en el conocimiento empírico basado en la experiencia previa. Se toman decisiones programadas (repetidas o de rutina), donde se tienen métodos de solución establecidos, se toman de acuerdo a las políticas y procedimientos propios de la institución. De igual forma se toman decisiones no programadas las cuales se presentan con poca frecuencia y tienen un proceso específico de solución.

2.2.1.1.5. Clima organizacional

En cuanto a su estructura (reglas, procedimientos y limitaciones) se observa procesos lentos y rígidos que limitan el desarrollo laboral. El empoderamiento que tienen los colaboradores es prácticamente nulo ya que no existe autonomía en la toma de decisiones relacionadas a su trabajo. Existe un ambiente de trabajo grato y de buenas relaciones sociales entre colaboradores como entre jefes y subordinados. Se encuentra presente un sentimiento de pertenencia ya que se comparten los objetivos personales con los de la organización.

2.2.1.1.6. Cultura organizacional

La institución cuenta con una cultura organizacional tan fuerte que la han autonombrado como cultura IRTRA, la cual es el resultado de normas, costumbres y valores que se desarrollan a través del tiempo y son compartidos y puestos en práctica por el personal. Son el sello que identifica a la institución, entre los que destacan: la hospitalidad, honradez e integridad en el manejo de los recursos y en las relaciones interpersonales, innovación, respeto, solidaridad, cortesía, higiene, eficiencia en instalaciones y servicios.

2.2.1.2. Descripción de puestos

- Jefe de Bodega General

Funciones y responsabilidades:

- Realización de pedidos semanales y pedidos de emergencia
- Elaboración de finiquitos de materiales
- Realización de traslados de materiales a hacia otros parques
- Elaboración de reportes mensuales de los movimientos de materiales.
- Planificación y supervisión de entradas y salidas de inventario físico.
- Actualización de existencias de inventario
- Supervisión de retiros y facturas
- Dirección y ayuda en el conteo y recepción o rechazo de materiales adquiridos.
- Supervisión los marcajes del personal de la hora de almuerzo

- Encargado de activos fijos

Funciones y responsabilidades:

- Recepción de bienes considerados como activos fijos
- Ingreso de bienes fungibles al sistema S400
- Asignación de activos fijos al personal del parque
- Realización de revisiones periódicas al inventario físico
- Actualización de tarjetas de activos fijos y bienes fungibles

- Asistente de Bodega General 1

Funciones y responsabilidades:

- Ingreso de facturas de proveedores y de fondo rotativo al sistema S400.
- Despacho de materiales al personal del parque, verificando que la orden de pedido se encuentre elaborada correctamente y que contenga todas las firmas de autorización.
- Carga, descarga, conteo y recepción o rechazo de materiales adquiridos.
- Colocación de materiales en el área de almacenaje correspondiente.

- Asistente de Bodega General 2

Funciones y responsabilidades:

- Ingreso de retiros al sistema S400
- Chequeo de inventarios, existencias y revisión de materiales adquiridos por fondo rotativo.
- Despacho de materiales al personal del Parque, verificando que la orden de pedido se encuentre elaborada correctamente y que contenga todas las firmas de autorización.
- Carga, descarga, conteo y recepción o rechazo de materiales adquiridos.
- Colocación de materiales en el área de almacenaje asignada

- Apoyo de Bodega General (1,2,3)

Funciones y responsabilidades:

- Despacho de materiales al personal del Parque, verificando que la orden de pedido se encuentre elaborada correctamente y que contenga todas las firmas de autorización.
- Carga, descarga, conteo y recepción o rechazo de materiales adquiridos.
- Colocación de materiales en el área de almacenaje correspondiente.
- Limpieza general y mantenimiento de la Bodega General

2.2.2. Infraestructura

Se analizarán los elementos que se consideran necesarios para el desarrollo del manejo de inventarios.

2.2.2.1. Ubicación

La Bodega General se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de Parque Mundo Petapa, IRTRA, dentro del Área de Bodega y Talleres. Se encuentra ubicada al final del parque posterior al Área del Zoológico. El acceso al Área de Bodega y Talleres para el personal se realiza por el Área del Zoológico o por el Área de Comedores y para proveedores se realiza por el ingreso de vehículos que se encuentra contiguo a la Bodega General.

2.2.2.2. Edificación

Dentro de los tipos de edificios la Bodega General se clasifica como una construcción de segunda categoría, debido a que predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado en cantidades menores, este último sirve de apoyo a las columnas de acero y las vigas de tipo alma llena. La cimentación de las columnas principales es individual y de concreto armado.

Los muros exteriores e interiores transmiten el peso al suelo mediante cimentaciones corridas. Los muros exteriores no reciben ninguna carga superior. Cuenta con un segundo nivel o entrepiso formado por una estructura de acero y madera que descansa sobre las columnas del edificio.

Los pisos son de concreto armado sin pulir debido a que no se tienen cargas muy pesadas que deban de soportar. El techo del edificio es de dos aguas con monitor con láminas de aluzinc, que es una lámina de acero con un revestimiento de aluminio, azufre y silicio, resistente a la corrosión y a condiciones climatológicas. Las dimensiones de esta lámina acanalada son de 1 m de ancho y 5' de largo. La inclinación de la cubierta es de 15° con una pendiente de 0,2680 m.

2.2.2.3. Dimensiones

- Planta

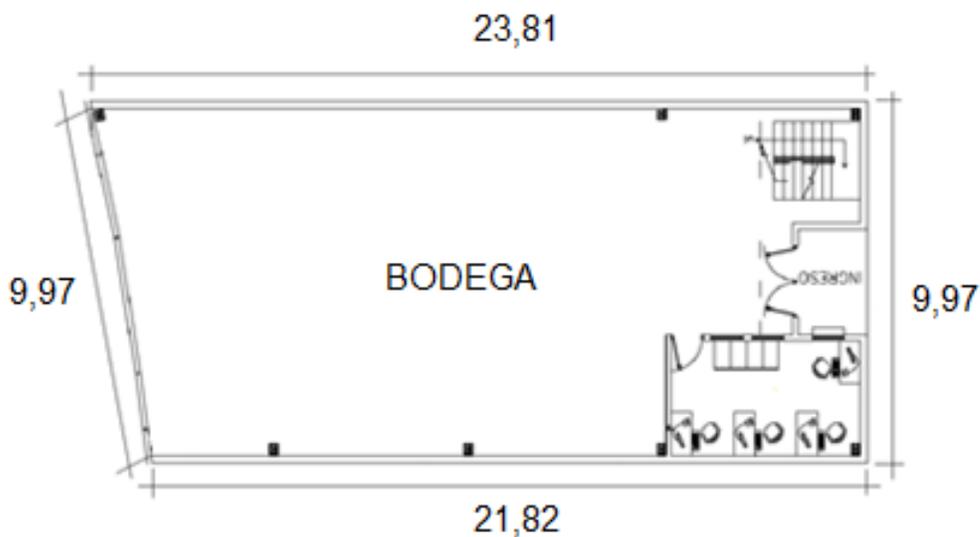
La nave industrial donde se lleva a cabo el almacenamiento de materiales tiene forma rectangular con 9,77 m de frente y un largo aproximado de 23,81 m,

debido a que el fondo de la edificación no es regular. Se tiene un área total de 222,90 m².

Dentro de la nave industrial se tiene una oficina de 3,40 m de ancho por 5,88 m de largo, ocupando un área de 19,99 m². Asimismo se cuenta con área de ingreso y gradas que ocupan 6,16 m de largo por 3,00 m de ancho (18,48 m²). Por lo tanto se tiene un área útil de 184,43 m². Cabe resaltar que la Bodega General cuanto con dos niveles, únicamente se hace referencia al primer nivel, debido que es en donde se realiza el almacenamiento de la gran mayoría de materiales.

En la figura 5 se presenta la vista de planta del primer nivel de la Bodega General con sus respectivas dimensiones en metros.

Figura 5. **Vista de planta de la Bodega General**

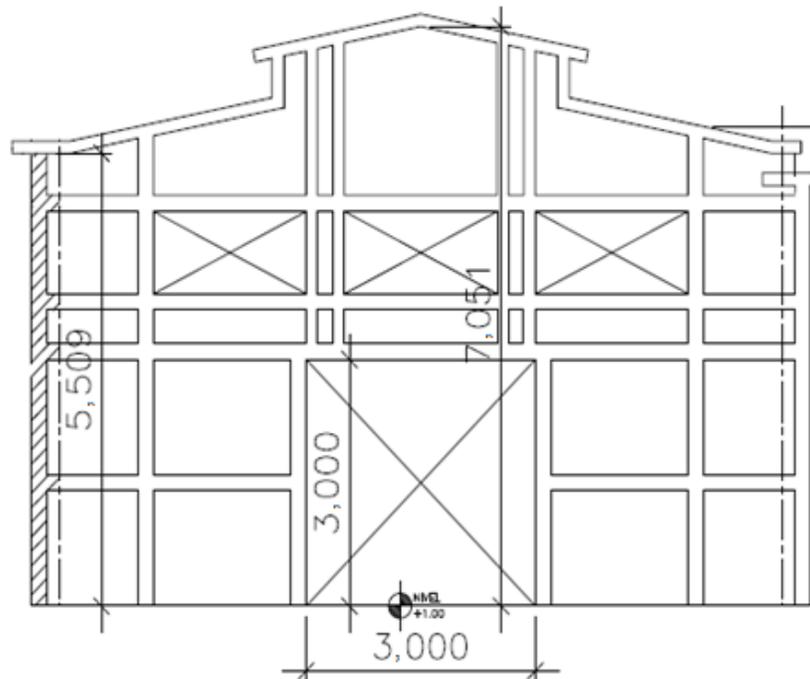


Fuente: Departamento de Construcción, Parque Mundo Petapa.

- Elevación frontal

La nave industrial tiene una altura de 5,51 m, desde el suelo hasta el inicio del techo de dos aguas. Se tiene una altura máxima de 7,05 m desde el suelo hasta la parte superior del monitor. Las dimensiones (en metros) de la facha frontal de la nave industrial se especifican en la figura 6.

Figura 6. **Elevación frontal de la Bodega General**



Fuente: Departamento de Construcción, Parque Mundo Petapa.

2.2.2.4. Ventilación

La renovación del aire viciado del local se realiza de forma natural utilizando diversas aberturas como puertas, ventanas y monitores. La

circulación del aire se produce por diferencias térmicas y de presión, y se encuentra sujeta a variaciones climáticas impredecibles.

Las características de la nave industrial en cuanto a la renovación del aire son las siguientes:

- Volumen a renovar
 - Área: 222,90 m²
 - Altura promedio: 6,28 m

$$\text{Volumen} = \text{Área} * \text{Altura promedio} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

$$\text{Volumen} = 222,90(6,28) = 1\,399,81 \text{ m}^3$$

- Ingresos de aire
 - Puerta principal: 9 m²
 - Ventanas: 6 m²
 - Monitor: 46 m²

Por lo tanto se tienen 61 m² para el ingreso de ventilación, tomando en cuenta que la puerta principal de ingreso se encuentra abierta y que los demás accesos de ventilación no se encuentren obstruidos.

- Viento
 - Dirección: perpendicular a la edificación de la Bodega General (determinado mediante el uso de una veleta).

- Velocidad: aproximadamente 1 000 m/h (determinado mediante un anemómetro).

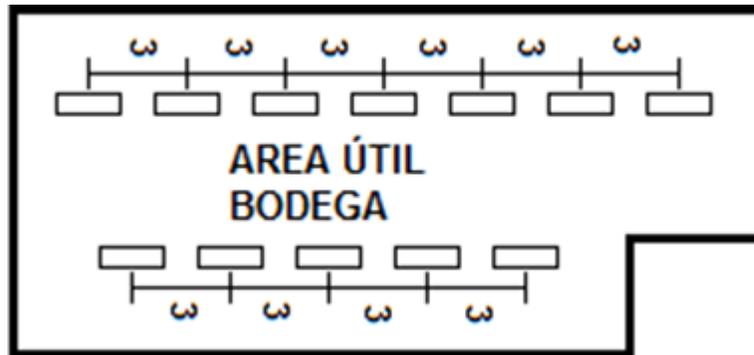
2.2.2.5. Iluminación

- Lámparas

El tipo de iluminación que se utiliza es de tipo artificial, debido al tipo de construcción que se tiene que no logra aprovechar la iluminación natural. Se cuenta con un total de 12 lámparas fluorescentes de 4 tubos cada uno de 32 W de potencia, cada una con un espaciamiento de 3 m. Las luminarias se encuentran empotradas en el techo a una altura de 2,70 m del suelo. La potencia nominal del conjunto de 12 lámparas es de 1 536 W ($12 \cdot 4 \cdot 32$) o 122 880 lúmenes, que es la cantidad de flujo luminoso emitida por la fuente.

El flujo lumínico de más de la mitad de luminarias se encuentra obstruido en cierta forma por la disposición en que se encuentran distribuidas las estanterías, ya que el material que se almacena en la parte superior reduce la cantidad de flujo lumínico nominal de la luminaria, por lo cual se tienen ciertas áreas donde la iluminación es deficiente. En la figura 7 se ilustra la distribución actual de las lámparas en la Bodega General (dimensiones en metros).

Figura 7. **Plano de la distribución actual de lámparas**



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

- **Colores**

Los colores de las paredes, techos y pisos favorecen a la iluminación artificial que se posee, debido a que son colores claros ayudando a que la iluminación sea mayor y utilizando un menor número de luminarias para un área específica.

- **Mantenimiento y limpieza**

El mantenimiento que se brinda a las luminarias es mínimo debido a que no se considera importante la realización de dicha actividad. En ocasiones únicamente se limpian externamente para quitar el polvo acumulado. Por lo anterior, el mantenimiento que se les da a las luminarias se clasifica como regular.

2.2.2.6. Pintura

- Paredes

Las paredes se pintan principalmente por protección a los agentes físicos a los cuales están sometidos. Asimismo el color a utilizar tiene incidencia en la reflexión de la luz natural y artificial sobre las paredes y contribuyen con una mejor iluminación del ambiente con el mismo número de lux de luz. Las paredes interiores de la Bodega General se encuentran pintadas de color amarillo claro, el cual se clasifica como un color claro que favorece la reflectancia de la luz sobre las paredes.

- Mobiliario

La aplicación de pintura en el mobiliario se hace con el propósito de proteger la carcasa de agentes externos y dar una solución estética. El mobiliario con el que se cuenta para el almacenamiento principalmente está compuesto por el conjunto de estanterías metálicas. Las estanterías se encuentran pintadas de dos distintos colores, las de tipo I de color azul marino mientras las de tipo II de gris opaco.

2.2.2.7. Mobiliario y equipo

- Estanterías

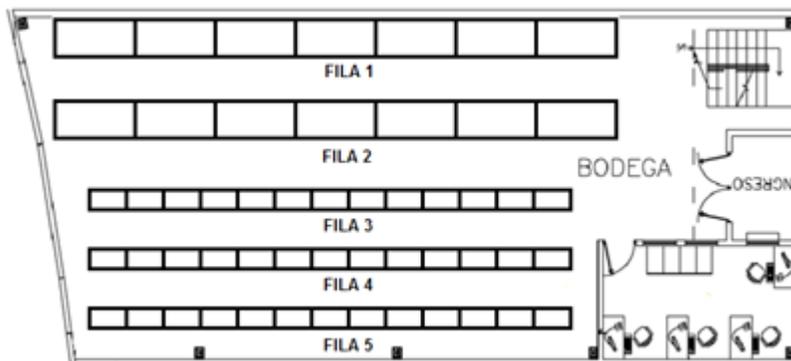
Para el almacenamiento de materiales se cuenta con estanterías metálicas, para poder colocar de forma ordenada el inventario con el que se cuenta. Éstas se encuentran diseñadas y fabricadas de acuerdo a los requerimientos de la Bodega General en cuanto a carga y espacio.

La Bodega General cuenta con dos tipos de estanterías que se diferencian principalmente por sus dimensiones. Las estanterías tipo I tienen 2,00 m de largo por 1,00 m de ancho, compuesta por 3 entrepisos cada uno de 0,70 m de alto, de estas se tienen un total de 14 estanterías. Las estanterías tipo II de estantería tienen 1,00 m de largo por 0,6 m de ancho, compuesta por 5 entrepisos cada uno de 0,43 m de alto, de estas se tienen un total de 39 estanterías.

- Distribución

Las estanterías se encuentran distribuidas en filas, teniendo cinco. La fila 1 y 2 se encuentran compuestas por siete estanterías tipo I cada una, mientras la fila 3, 4 y 5 por trece estanterías tipo II. Se tiene contemplado realizar un cambio de estanterías y solamente contar con estanterías tipo I, por lo cual el cambio se realizaría en las filas 3, 4 y 5 que cuentan con estanterías tipo II. La distribución actual de las estanterías se ilustra en la figura 8.

Figura 8. **Plano de la distribución de estanterías**



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

- Capacidad

La capacidad de almacenaje de la Bodega General se encuentra definida por el área en estanterías debido a que únicamente en este lugar se debería de almacenar material, sin embargo en la actualidad algunos materiales son colocados directamente en el piso, pero únicamente se tomará en cuenta el área que debería ser destinada para el almacenaje de materiales. La capacidad por estantería se detalla en la tabla I.

Tabla I. **Capacidad en estanterías**

Fila	No. de estanterías	No. de entresijos	Dimensiones (m)		Altura (m)	Volumen (m ³)
			Largo	Ancho		
Fila 1	7,00	3,00	2,00	1,00	0,70	29,40
Fila 2	7,00	3,00	2,00	1,00	0,70	29,40
Fila 3	13,00	5,00	1,00	0,60	0,43	16,77
Fila 4	13,00	5,00	1,00	0,60	0,43	16,77
Fila 5	13,00	5,00	1,00	0,60	0,43	16,77
Capacidad Total						109,11

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

- Recipientes

Se utilizan para almacenar materiales y repuestos de pequeña dimensión, ocupan un área de 15 x 25 cm y están fabricados de plástico.

- Equipo de computación

Para la parte de manejo de inventarios se cuenta con 4 equipos de computación, en las cuales se registran todos los movimientos que se realizan dentro de la Bodega General en cuanto a la administración de inventarios.

2.2.3. Plan de manejo de inventarios

En la actualidad el plan para la gestión de inventarios no se encuentra definido con claridad, por lo cual el personal no conoce del mismo.

2.2.3.1. Políticas de pedido

Las políticas de pedido actuales se centran en pedir un número de unidades que cubran la demanda para 3 o 4 meses de programación y se realizan generalmente cuando el inventario llega a su punto de agotamiento. Esto representa una escasez de materiales durante un período determinado que en ocasiones representa atrasos en mantenimientos. En otras ocasiones cuando es urgente el material se procede a emitir pedidos de emergencia (por medio de fondo rotativo) por una cantidad específica que únicamente cubrirá dicho período.

Esta planificación permite que las operaciones del parque sean realizadas, pero no garantiza la minimización de los costos asociados al manejo de inventarios. Actualmente no son tomados en cuenta los costos asociados al manejo de inventario (costos de almacenamiento y costos de pedido), debido a que según criterio estos costos no son relevantes para la planificación de materiales por lo tanto no se encuentran definidos con precisión.

2.2.3.2. Requisición de materiales

En el momento que la Bodega General necesita reabastecer el inventario de un determinado material, se realiza una solicitud formal que es remitida a oficinas centrales para su evaluación y autorización. Una vez que se tenga la

autorización se envía al Departamento de Compras del parque para realizar las respectivas cotizaciones, selección de proveedores y órdenes de compra.

- **Solicitud formal**

Documento en el que se detallan las especificaciones del material en cuestión, una descripción general del mismo, motivo de la adquisición y el número de unidades a adquirir.

- **Cotizaciones**

Documento que busca obtener toda la información necesaria para la evaluación de los distintos proveedores a los que se les solicite. Los aspectos fundamentales de una cotización son: cantidad, descripción del producto, precio unitario, valor total, condiciones de pago, tiempo de entrega.

Las cotizaciones en su mayoría las realiza el Departamento de Compras, estas se realizan con el fin de evaluar principalmente la variable precio. Generalmente se realizan tres cotizaciones para la adquisición de un determinado material. En ocasiones el Departamento de Operaciones y Mantenimiento realiza dichas cotizaciones, debido a que de acuerdo con sus conocimientos técnicos conoce que empresas pueden brindar el material de acuerdo a las especificaciones que se necesitan, estas cotizaciones son trasladadas al Departamento de Compras.

- Selección de proveedores

Para la selección de un proveedor se deben de evaluar las diferentes alternativas con las que se cuenta. Generalmente se consideran los siguientes factores:

- Precio

Es uno de los principales criterios que se toma en cuenta al momento de evaluar un proveedor. Se debe de procurar que el precio sea razonable acorde al producto, a su calidad y a los precios promedio en el mercado. Se deben de considerar los descuentos que se pueden obtener por volumen de compra y tiempo de pago. Se le asigna un 20 % en importancia.

- Calidad

Siempre se debe procurar que los materiales suministrados sean en todo momento de excelente calidad. Se consideran las características, atributos y durabilidad. Se le asigna un 30 % en importancia.

- Pago

Se evalúa tanto la forma de pago como el plazo de pago, se busca en todo momento las mejores condiciones de pago, es decir, que el plazo del crédito otorgado sea el mayor posible sin que ello implique un recargo adicional. Mientras mejores condiciones de pago se tengan, mayor liquidez para la institución se tiene. Se le asigna un 10 % en importancia.

- Entrega

Se evalúa si el proveedor puede surtir la cantidad de material solicitada. Así como la capacidad de este para surtir una cantidad de pedidos específica durante un año y que su producto mantenga la calidad y precio acordado en cada uno de los envíos que se realiza. Se le asigna un 20 % en importancia.

- Servicio posventa

Se evalúa la garantía que el proveedor pueda brindar, que tipo de garantía ofrece y cuál es el período de la misma. Se evalúa la asistencia técnica que puedan brindar, capacitación en el uso de sus productos, políticas de devoluciones, posibilidad de canjear productos de baja rotación o vencidos. Se le asigna un 20 % en importancia.

- Otros factores a evaluar

- Experiencia: eficiencia y seguridad de abastecimiento
- Reputación: referencias favorables
- Organización: personal calificado y sistemas de distribución
- Servicio al cliente: capacidad de respuesta

Se deben de evaluar primeramente los criterios principales (precio, calidad, pago, entrega y servicio posventa), si en la evaluación se tiene una alternativa significativamente mejor que las otras se opta por esta. Pero si al realizar la evaluación las alternativas no presentan diferencias significativas se utiliza como criterio de desempate los criterios secundarios (experiencia, reputación, organización y servicio al cliente). Al seleccionar al proveedor este debe cumplir con todas las especificaciones previamente establecidas del caso,

de lo contrario para el próximo pedido de materiales se descartará y evaluará otras alternativas que se tengan.

Los proveedores que surten de materiales al parque son tanto locales como extranjeros. Los proveedores locales surten la gran mayoría de materiales que utiliza el parque debido a la frecuencia de consumo que se tiene. En la tabla II se detallan los proveedores locales y el tipo de material suministrado empleados por el Departamento de Operaciones y Mantenimiento.

Tabla II. **Listado de proveedores locales**

Proveedor	Tipo de material suministrado
Abinsa	Cojinetes
Celasa	Artículos eléctricos
Componente industriales	Lubricantes
Conelec	Equipo eléctrico
Disen	Equipo eléctrico
Edisa	Herramienta general
Ferretería Petapa	Ferretería
Impormac	Tornillos y tuercas
Loctite	Lubricantes
Lucalza	Lubricantes
La casa del tornillo	Tornillos
Movimiento de maquinaria	Cojinetes
Masai	Ferretería
Nills Pira & Cía.	Cojinetes
Novex	Herramienta general
Resorama	Resortes industriales
Serrisa	Rodamientos
Dima	Rodamientos
Tritech	Lubricantes

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Se tiene únicamente a un proveedor extranjero, la empresa Zamperla (con sede en Italia), la cual suministra repuestos específicos para juegos electromecánicos ya que es el fabricante de la gran mayoría de atracciones.

- Órdenes de compra

Documento que se emite con el objetivo de realizar un pedido al proveedor seleccionado. La orden de compra tiene que estar de conformidad con la cotización en cuanto a la cantidad, descripción del producto, precio unitario, valor total, condiciones de pago, tiempo de entrega.

2.2.3.3. Recepción de materiales

Realizada la orden de compra el proveedor envía el producto a la Bodega General, donde el personal capacitado realiza la recepción de materiales.

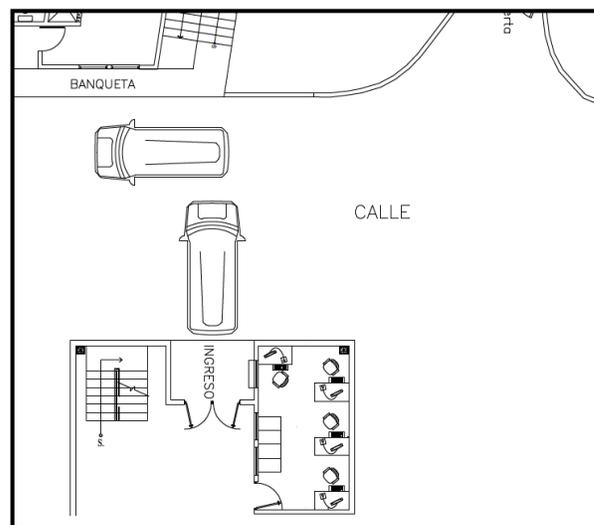
- Área de Recepción e Inspección

El Área de Recepción comprende el ingreso a la Bodega General, así como la calle que se encuentra frente a la edificación. Cuando el material a recibir es de dimensiones pequeñas la recepción se realiza en el ingreso a la Bodega General. Por otro lado, si los materiales son de volumen y peso considerable la recepción se realiza en la calle contigua a la Bodega General y una vez finalizada la misma se procede a la descarga.

El área destinada a la recepción de materiales es bastante amplia en comparación con la cantidad de espacio que ocupan los materiales suministrados. No existen inconvenientes en cuanto a la movilidad del personal para poder realizar la recepción y descarga de materiales. Asimismo el ingreso con el que se cuenta tiene un área bastante grande (9 m²) la cual facilita el ingreso de cualquier material que se tenga que almacenar, debido a que la mayoría de materiales con los que se cuenta son de dimensiones relativamente

pequeñas o medianas. En la figura 9 se ilustra el área con la que se cuenta para la realización de las actividades de recepción y descarga.

Figura 9. **Croquis del área de recepción de materiales**



Fuente: Departamento de Construcción, Parque Mundo Petapa.

- **Recepción cuantitativa**

Esta operación tiene como objetivo verificar las cantidades recibidas y comprobar que sean iguales a las descritas en la orden de compra y factura. Esta operación se realiza a la totalidad de las recepciones, donde se realiza el conteo de todas las piezas que se han recibido.

- **Recepción cualitativa**

Esta operación es llevada a cabo por el personal de la Bodega General, se revisa que cada una de las unidades se encuentre en óptimas condiciones y de

acuerdo con la calidad que se haya solicitado. Cuando un material o repuesto es de poco conocimiento para el personal de la Bodega General, se solicita la presencia del jefe del área correspondiente para que haga la verificación de que la calidad del material sea la correcta y se encuentre en óptimas condiciones para ser almacenado.

Una vez terminada la operación de verificación se procede a firmar de conforme para hacer constar que se recibieron los materiales en las condiciones establecidas y de conformidad con lo estipulado en la orden de compra y factura.

2.2.3.4. Almacenamiento

La gran mayoría de materiales que son almacenados en la Bodega General son colocados en estanterías de forma ordenada para evitar su deterioro. Otra parte del inventario es colocado directamente en el piso, debido a la falta de espacio en estanterías. Esto en determinado momento puede generar algún tipo de dificultad debido a que los pasillos se encuentran obstaculizados parcialmente.

Dentro de las estanterías un gran porcentaje de los materiales se almacenan en las cajas o empaques con los que el producto ingresó a la Bodega General por parte del proveedor, otros materiales se almacenan en cajas plásticas para poder tener fácil acceso a ellos y en otras situaciones se opta por tener los materiales sin protección, solamente colocados en las estanterías correspondientes.

Para poder maximizar el espacio físico con el que se cuenta se opta en la mayoría de casos por estibar los materiales por productos, tomando en

consideración el alto de cada entrepiso, así como el peso de los materiales para que no sufran daños al momento de ser estibados, esto se realiza a criterio del bodeguero ya que no se toma en cuenta las especificaciones de carga del material en cuestión.

En la medida de lo posible los materiales son colocados en estanterías de acuerdo con el código asignado, en orden ascendente. Algunos materiales no se encuentran en el lugar donde les corresponde debido a que ocupan un espacio muy grande, por lo cual no se almacenan de acuerdo al orden establecido.

2.2.3.5. Manejo físico del inventario

- Sistema de codificación de inventarios

Debido a la cantidad de materiales que se tienen almacenados se hace casi imposible identificarlos por sus respectivos nombres, marcas o tamaños. Por ello para facilitar la administración de materiales se cuenta con un sistema de codificación que permite desarrollar procedimientos de almacenaje adecuados y el control eficiente de existencias.

La localización de materiales dentro de la Bodega General es fundamental, para sus operaciones normales y el sistema de codificación permite la localización inmediata de cualquier material almacenado debido a la disposición en la cual se encuentra el inventario, ya que los materiales se encuentran almacenados por código, lo cual reduce en gran medida el tiempo de despacho de materiales. El sistema de codificación se basa en el método secuencial donde a cada material se le asigna una serie de caracteres numéricos que representan características específicas del material en cuestión.

Por ejemplo el aceite Tribol tiene asignado el código 21 02 43 el primer número representa la familia del producto, el segundo número representa la subfamilia a la que pertenece y por último el número correlativo que le corresponde a este material según su ingreso a la Bodega General. Por lo cual este código indica que el material corresponde a la familia de gasolina, aceites y lubricantes (21), específicamente aceites (02) y el número correlativo que le corresponde (43). Estos códigos son asignados en oficinas centrales de IRTRA. En la tabla III se especifican las familias de materiales del sistema de codificación de inventarios.

Tabla III. **Familias de materiales**

Número	Tipo de material
14 y 15	Telas y uniformes
16	Papelería y útiles
17	Materiales de limpieza
18	Materiales plásticos
19	Materiales de hule
20	Materiales para mantenimiento
21	Gasolinas, aceites y lubricantes
22	Productos derivados de madera
23	Productos químicos
24	Productos farmacéuticos
25	Pinturas y tintas
26	Tubería y accesorios
29, 30 y 31	Materiales de obra civil
32	Hierro y alambre
33 y 34	Plomería y accesorios
35 y 36	Herramienta general
37	Accesorios para oficina
38 y 39	Productos de limpieza
40	Utensilios de cocina
41	Materiales eléctricos
42	Repuesto mecánicos

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

- Software para el control de inventarios S400

Sistema de inventario computarizado que permite la administración y control del inventario dentro de la Bodega General. Este sistema se encuentra instalado en todos los equipos con los que cuenta la Bodega General.

La función primordial es el monitoreo y control de existencias, para lo cual se deben de registrar las entradas de materiales mediante las facturas remitidas (asistente de Bodega General 1). Asimismo se registran todas las salidas de materiales mediante los vales de retiros de materiales (asistente de Bodega General 2), para poder determinar el nivel de inventario que se posee de un determinado material. Esta herramienta se utiliza para la elaboración de pedidos, reportes, estadísticas entre otras funciones.

El sistema de inventario computarizado S400 será una herramienta importante para poder implementar la propuesta de mejora ya que mediante esta herramienta se tiene un sistema de inventario de revisión continua, donde la posición del inventario se vigila continuamente.

2.2.3.6. Retiro de materiales

Para poder hacer retiro de cualquier tipo de material de la Bodega General, es necesario el uso vales, estos son llenados por el personal operativo (operarios, técnicos eléctricos, técnicos mecánicos). Los vales para retiro de materiales de la Bodega General tienen un formato estipulado en el cual se deben de indicar el departamento que solicita el material, cantidad, descripción, destino y código. Este vale de ser autorizado por el jefe del área respectivo y por la administración del parque, esto para que los materiales sean utilizados para los fines que han sido adquiridos.

El formato utilizado para el retiro de materiales se ilustra en la figura 11.

Figura 11. **Formato de vale de retiro de materiales**

IRTRA INSTITUTO DE RECREACIÓN DE LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRIVADA DE GUATEMALA
PARQUE RECREATIVO MUNDO PETAPA BIEN FUNGIBLE ANOTADO EN TARJETA No. _____
RETIRO N° 28811 BODEGA GENERAL DE MATERIALES

FECHA: _____ DEPTO.: _____ C. CONTROL: _____

USO DEL SOLICITANTE			USO EXCLUSIVO DE BODEGA		
CANTIDAD EN LETRAS	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	DESTINO	CANTIDAD DESPACHADA	CODIGO

Nombre: _____ Jefe de Área Nombre: _____ Autorizado Por
 Firma: _____ Firma: _____
 Nombre: _____ RECIBÍO CONFORME Nombre: _____ ENTREGADO POR
 Firma: _____ Firma: _____

Fuente: Departamento de Operaciones y Mantenimiento, Parque Mundo Petapa.

La secuencia de actividades para el despacho de materiales es relativamente sencilla y de fácil ejecución. El operario debe completar el vale para el retiro de materiales, con las respectivas firmas de autorización, el bodeguero debe verificar existencias en el sistema y de ser afirmativo proceder al despacho del material en cuestión. Se inicia por hacer el conteo de la cantidad requerida, así como la verificación de la calidad con la que se entrega el material. El operario o técnico debe de verificar que la cantidad de material requerido este acorde con el vale para el retiro de materiales, asimismo se deben de verificar las condiciones en las cuales se están entregando los materiales descritos y de no estar en condiciones óptimas se procede al cambio de las piezas en cuestión. Al finalizar el procedimiento el operario firma de recibido.

2.3. Propuesta de mejora

La propuesta de mejora se centra en el rediseño del sistema de planificación de inventarios para manejar de forma eficiente la toma de decisiones en cuanto a la cantidad y momento en el que se debe de colocar cada uno de los pedidos minimizando costos asociados al manejo de inventarios. De igual forma se realizará una evaluación de puestos y distintos análisis de las condiciones de almacenamiento.

2.3.1. Plan de evaluación de puestos

Para evaluar correctamente los puestos de la Bodega General se utilizará el método de comparación de factores, el cual considera a nueve factores para lograr una diferenciación clara entre puestos. Estos factores están presentes en distintos grados en todos los puestos y cualquiera que se considere cae en uno de los diferentes grados de cada factor. Los factores tienen la misma importancia. Para reconocer las diferencias en importancias se debe de asignar puntos a cada grado de cada factor, como se muestra en la tabla IV, la sumatoria de cada uno de los puntos obtenidos en cada factor representa su calificación. Luego se debe asignar un grado total al puesto utilizando la tabla V, asignándole un grado total según la calificación obtenida con anterioridad.

Con base en la calificación obtenida y los salarios actuales se realiza un análisis de regresión (mediante hoja electrónica) para desarrollar una línea de tendencia, con lo que se puede determinar si los empleados se encuentran remunerados de forma correcta o no, de no ser así se debe de proponer nuevos salario utilizando la línea de tendencia.

2.3.1.1. Método de comparación de factores

A cada uno de los factores se le asigna un grado que representa un puntuación definida. Cada grado tiene un criterio de calificación que se especifica en la tabla IV.

Tabla IV. Puntos asignados a los factores según su grado

Factores	1er. grado	2o. grado	3er. grado	4o. grado	5o. Grado
Habilidad					
Educación	Primaria (14)	Nivel medio (28)	Diversificado (42)	Licenciatura (56)	Maestría (70)
Experiencia	6 meses (22)	1 año (44)	2 a 3 años (66)	3 a 4 años (88)	5 años (110)
Iniciativa e Ingenio	Aceptable (14)	Buena (28)	Promedio (42)	Excelente (56)	Superior (70)
Esfuerzo					
Demanda física	Baja (10)	Aceptable (20)	Promedio (30)	Buena (40)	Excesiva (50)
Demanda mental o visual	Baja (5)	Aceptable (10)	Promedio (15)	Buena (20)	Excesiva (25)
Responsabilidad					
Equipo	Ninguna (5)	Baja (10)	Media (15)	Alta (20)	Excesiva (25)
Material	Ninguna (5)	Baja (10)	Media (15)	Alta (20)	Excesiva (25)
Trabajo de otros	Ninguna (5)	Baja (10)	Media (15)	Alta (20)	Excesiva (25)
Condiciones laborales					
Condiciones de trabajo	Mala (10)	Aceptable (20)	Promedio (30)	Buena (40)	Ideal (50)
Riesgos Inevitables	Bajo (5)	Medio (10)	Alto (15)	Muy alto (20)	Excesivo (25)

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial. p. 317

En las tablas V, VI, VII y VIII se encuentran las calificaciones y sustentaciones de los puestos que conforman la Bodega General.

Tabla V. **Calificación del puesto: jefe de Bodega General**

Parque Mundo Petapa IRTRA Bodega General			
Puesto: jefe de Bodega General		Fecha: 30/08/2012	
Factores	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	3	42	Debe manejar equipos de trabajo, toma de decisiones rápidas y eficientes, orientado a la optimización de recursos en todo momento. Equivalente a dos años de diversificado.
Experiencia	4	88	Tres a cinco años en coordinación de equipos de trabajo, métodos de inventario, logística y administración de sistemas de información.
Iniciativa e ingenio	3	42	Toma de decisiones rápidas, mejoramiento de la administración de bodega, habilidad numérica, facilidad en la resolución de problemas cotidianos.
Demanda física	1	10	Esfuerzo físico intermitente que se requiere en ocasiones para la descarga de materiales.
Demanda mental o visual	4	20	Se requiere concentración mental al momento de la toma de decisiones.
Responsabilidad por equipo	3	15	Responsable por el mobiliario y equipo con el que cuenta bodega.
Responsabilidad por material o producto	5	25	Responsable por todo el material que se encuentra almacenado en bodega.
Responsabilidad por la trabajo de otros	4	20	Responsable de dirigir a un equipo de trabajo gran parte del tiempo.
Condiciones de trabajo	1	10	Condiciones agradables para el desempeño de sus labores diarias.
Riesgos inevitables	2	10	Exposición a accidentes, como manos o pies golpeados.
Observaciones: Total 282 puntos, Grado total 5			

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla VI. **Calificación del puesto: encargado de activos fijos**

Parque Mundo Petapa IRTRA Bodega General			
Puesto: encargado de activos fijos		Fecha: 30/08/2012	
Factores	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	3	42	Tres años de la carrera de perito contador o dos años de capacitación en el ramo.
Experiencia	3	66	Dos a tres años en la administración y control de todos los bienes de la Institución considerados como bienes fungibles o activos fijos.
Iniciativa e ingenio	2	28	Manejo de inventario, coordinación con proveedores, asignación de activos fijos y bienes fungibles al personal del Parque, actualización de tarjetas de activos fijos.
Demanda física	1	10	Esfuerzo físico intermitente que se requiere en ocasiones para la descarga de activos fijos y bienes fungibles.
Demanda mental o visual	4	20	Se requiere concentración mental al momento de la toma de decisiones.
Responsabilidad por equipo	3	15	Responsable por la correcta asignación de activos fijos y bienes fungibles al personal del Parque.
Responsabilidad por la trabajo de otros	2	10	Responsable de dirigir a un equipo de trabajo cuando el Jefe de Bodega General se encuentra ausente.
Condiciones de trabajo	1	10	Condiciones agradables para el desempeño de sus labores diarias.
Riesgos inevitables	2	10	Exposición a accidentes, como manos o pies golpeados.
Observaciones: Total 211 puntos, Grado total 8			

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla VII. **Calificación del puesto: asistente de Bodega General**

Parque Mundo Petapa IRTRA Bodega General			
Puesto: asistente de Bodega General			Fecha: 30/08/2012
Factores	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Tres años de nivel medio como mínimo.
Experiencia	3	66	Uno a dos años en ingreso de datos alfanuméricos, manejo avanzado de software de inventarios y office 2010.
Iniciativa e ingenio	2	28	Habilidad y destreza manual para el ingreso de datos al sistema S400, tanto el ingreso de facturas como el ingreso de retiro de materiales de bodega.
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico intermitente que se requiere en ocasiones para la descarga de materiales.
Demanda mental o visual	3	15	Se requiere destreza visual para lectura de facturas, retiros, órdenes de compra, pedidos y papelería en general.
Responsabilidad por equipo	1	5	Responsable por el equipo de cómputo que utiliza.
Responsabilidad por material	2	10	Responsable por todo el material que recibe de los proveedores y del despacho al personal del Parque.
Condiciones de trabajo	1	10	Condiciones agradables para el desempeño de sus labores diarias.
Riesgos inevitables	2	10	Exposición a accidentes, como manos o pies golpeados.
Observaciones: Total 192 puntos, Grado total 9			

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla VIII. **Calificación del puesto: apoyo de Bodega General**

Parque Mundo Petapa IRTRA Bodega General			
Puesto: apoyo de Bodega General			Fecha: 30/08/2012
Factores	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Tres años de nivel medio como mínimo.
Experiencia	3	66	Dos años en el manejo físico de inventarios, recepción de materiales de proveedores y despacho de materiales.
Iniciativa e ingenio	2	28	
Demanda física	3	30	Esfuerzo físico intermitente que se requiere en ocasiones para la descarga de materiales.
Demanda mental o visual	3	15	Se requiere destreza visual para lectura de facturas, retiros, órdenes de compra, pedidos y papelería en general.
Responsabilidad por equipo	1	5	Responsable por el equipo de cómputo que utiliza.
Responsabilidad por material	2	10	Responsable por todo el material que recibe de los proveedores y del despacho al personal del Parque.
Condiciones de trabajo	1	10	Condiciones agradables para el desempeño de sus labores diarias.
Riesgos inevitables	2	10	Exposición a accidentes, como manos o pies golpeados.
Observaciones: Total 202 puntos, Grado total 9			

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

En la tabla IX se especifican los grados totales que se deben de asignar de acuerdo a los puntos totales de evaluación obtenidos para cada uno de los puestos de la Bodega General.

Tabla IX. **Grados totales**

Grado	Intervalo de puntos
12	100 - 139
11	140 - 161
10	162 - 183
9	184 - 205
8	206 - 227
7	228 - 249
6	250 - 271
5	272 - 293
4	294 - 315
3	316 - 337
2	338 - 359
1	360 o más

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial. p. 319

Luego se revisaron los puestos que quedan dentro de los diferentes grados totales, para asegurar equidad y congruencia.

Ahora bien, los puntos totales de evaluación obtenidos deben de relacionarse con el salario asignado para cada puesto en cuestión, esto con el objetivo de determinar una línea de tendencia por medio de un análisis de regresión (lineal). Generalmente los puntos se encuentran por encima o por debajo de la línea de tendencia. Los puntos por encima de la línea de tendencia representan colaboradores cuyos salarios actuales son más altos que lo establecido en el plan de evaluación de puestos; los puntos por debajo de la línea de tendencia representan colaboradores cuyo salario actual es menor que el prescrito por el plan.

Los colaboradores cuyos salarios son menores que los que establece el plan deben de recibir un aumento que alcance al nuevo salario. A los

empleados cuyo salario es mayor que el establecido por el plan (tasas de círculo rojo) no se les hace ningún tipo de disminución. Cualquier nuevo empleado debe recibir el nuevo pago establecido por el plan de evaluación de puestos.

En la tabla X se presentan los grados asignados, puntos de evaluación y salarios actuales de los puestos evaluados.

Tabla X. **Salarios actuales personal de la Bodega General**

Puesto	Grado	Puntos	Salario actual	
Jefe de Bodega General	5	282	Q	5 200
Encargado de activos fijos	8	211	Q	4 915
Asistente de Bodega General	9	192	Q	2 230
Apoyo de Bodega General	9	202	Q	2 125

* \$ 1 = Q 7,87

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

La línea de tendencia se determinó con el análisis de regresión lineal en base a los puntos de evaluación y el salario actual. La línea de tendencia se puede modelar mediante la siguiente expresión:

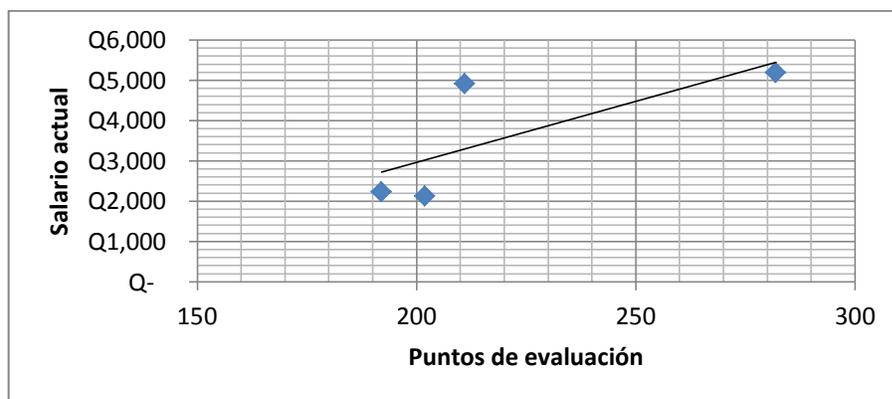
$$Y = \beta_1 X + \beta_0 \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Utilizando Microsoft Excel se determinó que la ecuación que modela este grupo de datos es la siguiente:

$$Y = 30.31x - 3102.60$$

Donde Y representa el salario y X los puntos de evaluación. Mediante esta ecuación se puede determinar el salario propuesto de acuerdo al plan de evaluación de puestos, tomando en cuenta la posición de los puntos en relación a la línea de tendencia (ver figura 12).

Figura 12. **Gráfico de puntos de evaluación vs salario actual**



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Con base a la línea de tendencia (ecuación 2) se proyectaron los nuevos salarios y el ajuste a realizar. En la tabla XI se especifican estos datos.

Tabla XI. **Salarios propuestos para el personal de la Bodega General**

Puesto	Puntos	Salario actual	Salario propuesto
Jefe de Bodega General	282	Q 5 200	Q 5 445
Encargado de activos fijos	211	Q 4 915	Q 4 915
Asistente de Bodega General	192	Q 2 230	Q 2 717
Apoyo de Bodega General	202	Q 2 125	Q 3 020

* \$ 1 = Q 7,87

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

De no ser posible la obtención del ajuste de salarios en su totalidad cuando se tenga la oportunidad de realizar algún tipo de incremento se debe de tomar en cuenta principalmente los puestos de asistente y apoyo de la Bodega General. Cabe resaltar que la institución brinda un aumento anual del 5 % a cada trabajador pero no al puesto en sí, por lo que un colaborador nuevo no se le paga lo mismo que a un colaborador que lleva una determinada cantidad de años laborando en la institución aunque tenga el mismo puesto, esto se debe a la antigüedad y a los aumentos recibidos anualmente.

2.3.2. Análisis de condiciones de almacenamiento

Las condiciones de almacenamiento deben de garantizar que los materiales conserven la misma calidad con la que ingresaron a la Bodega General durante el tiempo en que se encuentren almacenados.

2.3.2.1. Orden y limpieza

Este factor es de suma importancia ya que incide directamente en la conservación de los materiales. En cuanto al orden se tienen ciertas deficiencias en la colocación de los materiales dentro de las estanterías, ya que algunos no se encuentran colocados en el lugar donde corresponde según el código asignado. Los pasillos se encuentran saturados de materiales de gran volumen debido a la falta de espacio en estanterías, obstruyendo el paso del personal. Las instalaciones se encuentran en condiciones aceptables en cuanto a la limpieza se refiere debido a que constantemente se limpian las estanterías quitando la suciedad.

2.3.2.2. Estibado

Se utiliza esta técnica para maximizar el espacio de almacenamiento colocando las unidades unas sobre otras, sin que se dañen o que generen un peligro potencial para los colaboradores. No todos los materiales son estibados ya que algunos cuentan con suficiente espacio o por su naturaleza no pueden ser apilados. De preferencia se apilan de 3 a 5 unidades de un mismo material de forma vertical colocando torres de similares características a los costados.

2.3.2.3. Mobiliario

Dentro de las estanterías se almacena la gran mayoría de materiales donde las condiciones son favorables para la conservación de los mismos durante el tiempo que se encuentren en dicho lugar y permite mantener el inventario en forma ordenada y segura. Existen ciertos materiales que por falta de espacio no pueden ser almacenados dentro de las estanterías y se encuentran colocados directamente en los pasillos donde impiden la movilidad y ponen en peligro la integridad física del personal. En la tabla XII se especifican los materiales que se encuentran colocados inadecuadamente dentro de la Bodega General, así como el área ocupada por cada uno de los mismos.

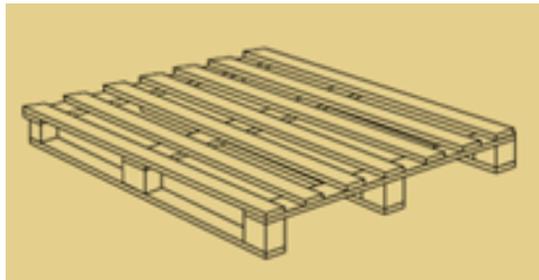
Tabla XII. **Materiales colocados inadecuadamente**

Material	Área (m ²)
Aceite hidráulico Tribol 943/46	0,45
Aceite Tribol 1100/150	0,36
Aceite Tribol 1100/220	0,36
Dieltron I	0,30
Citrus Power desengrasante	0,24
Total	1,71

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Para dichos materiales que no pueden ser almacenados en estantería debido a sus condiciones, se recomienda a la Bodega General que se utilicen *pallets* (estructura de agrupación de carga) para su almacenamiento y evitar así que se encuentren directamente colocados en el piso. Se necesitan 2 pallets estándar L1 de 1,2 x 1,0 m para la colocación de materiales (ver figura 13), para el almacenamiento de los cinco materiales previamente descritos.

Figura 13. **Dibujo pallet L1**



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Se deben de colocar en la parte frontal de la fila 2 de las estanterías debido a que únicamente en esta área se tiene un espacio adecuado para su colocación.

2.3.2.4. Estudio de iluminación

El estudio de iluminación busca determinar de forma exacta la cantidad de lámparas así como su distribución dentro de las instalaciones, para brindar una iluminación adecuada al personal y que las actividades se realicen de la mejor forma optimizando el recurso energético. Se utilizó el método de cavidad zonal para los cálculos de iluminación interior uniformemente distribuidos sobre superficies horizontales. Este método asume que el local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades. Cada una de ellas será tratada en conjunto,

ya que tiene un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Se calculan niveles horizontales de iluminación promedio a través de un espacio. Se tiene la cavidad de techo (HCC) distancia entre luminarias y techo, para este caso las luminarias se encuentran empotradas en el techo por lo cual su valor es cero. Asimismo se tiene la cavidad local (HCA) distancia entre el plano de trabajo donde se desarrolla la actividad y la parte inferior de la luminaria. Por último se encuentra la cavidad de piso (HCP) distancia entre el piso y la parte superior del plano de trabajo.

El estudio de iluminación únicamente se realizará sobre el primer nivel de la Bodega General debido a que en este lugar se realiza la mayor parte de actividades y se almacenan la mayor cantidad de materiales. Dicho local cuenta con las siguientes características:

- Dimensiones
 - Largo: 20,71 m
 - Ancho: 9,77 m
 - Alto: 2,70 m

- Colores
 - Pared: amarillo claro
 - Techo: amarillo oscuro
 - Piso: gris claro

- Altura de trabajo promedio: 0,92 m

- Lámpara utilizada: lámpara fluorescente de 4 tubos de 32 W cada uno

- Actividad: manejo de inventario

- Mantenimiento: regular a malo
- Edad máxima del personal: 50 años
- Velocidad y precisión: importante

Se tomaron en cuenta factores como edad, reflectancia de la superficie, velocidad y precisión debido a su incidencia directa en el diseño del sistema de iluminación. Los valores y pesos de estos factores se describen en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Características de la tarea y del trabajador**

Característica	Valor	Peso
Edad	40-55	0
Reflectancia del fondo de la superficie	>70%	-1
Velocidad y precisión	Importante	0
Suma		-1

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial. p. 187

La actividad a realizar implica lectura de material impreso, escritura a mano, inspección ordinaria. Esta tarea se puede ubicar en la sección D de la tabla de niveles de iluminación recomendados en el diseño de alumbrado de interiores (apéndice 1). Ubicándose en el nivel inferior, 200 luxes. Los niveles de reflectancia en superficies (techo, paredes y suelo) se definen en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Niveles de reflectancia en superficies**

Superficie	Color	Factor de reflexión	Valor
Techo	Medio	P_c	0,3
Paredes	Claro	P_p	0,5
Piso	Oscuro	P_f	0,1

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

El factor de mantenimiento (f_m) es de 0.6 por ser de regular a malo. Así mismo debido a que la altura del local es normal (2,70 m), la única forma de colocarlas es directamente en el techo.

- Relaciones de cavidad zonal
 - HCC = 0 m
 - HCA = 2,70 – 0,92 = 1,78 m
 - HCP = 0,92 m

$$RCA = \frac{5(1,78)(20,71 + 9,77)}{20,71(9,77)} = 1,34$$

$$RCP = \frac{5(0,92)(20,71 + 9,77)}{20,71(9,77)} = 0,69$$

$$RCC = \frac{5(0)(20,71 + 9,77)}{20,71(9,77)} = 0$$

Utilizando la tabla de reflectancia efectiva de cavidad de cielo o piso (apéndice 2). Con los siguientes valores:

- $P_p = 0,5$
- $P_f = 0,1$
- $RCP = 0,69$

Se obtiene un valor de $P_{cc} = 11$. Luego se calcula el coeficiente de utilización (K) de la tabla coeficientes de utilización, método cavidad zonal (apéndice 3). Con los siguientes valores:

- $P_{cc} = 11$
- $P_p = 0,5$
- $RCA = 1,34$

Se obtiene un coeficiente de utilización (K) de 0,85. A continuación se realizan el resto de cálculos:

$$\text{Flujo luminoso} = \frac{202,34(200)}{0,6(0,85)} = 79\,349,02 \text{ luxes}$$

$$\text{Potencia de lámpara} = 4(32)(80) = 10\,240 \text{ luxes/lámpara}$$

$$\text{Número de lámpras} = \frac{79,349.02}{10,240} = 7,75 \cong 8 \text{ lámpras}$$

$$\text{Área cubierta} = \frac{202,34}{8} = 25,29$$

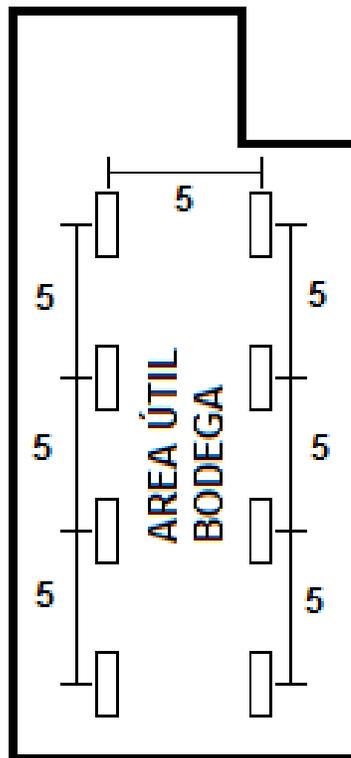
$$\text{Espaciamiento entre lámparas} = \sqrt{25,29} = 5,03 \text{ m}$$

$$\text{Número de lámparas a lo largo} = \frac{20,71}{5,03} = 4,11 \cong 4 \text{ lámparas}$$

$$\text{Número de lámparas a lo largo} = \frac{9,77}{5,03} = 1,94 \cong 2 \text{ lámparas}$$

Por lo tanto, se recomienda que se realice una redistribución y reducción de lámparas en la Bodega General, debido a que en la actualidad se cuenta con 12 lámparas y el número recomendado por el anterior análisis es de 8 lámparas. El espaciamiento entre lámparas recomendado es de 5 metros entre cada lámpara. La redistribución se indica en la figura 14.

Figura 14. **Plano de redistribución de lámparas en la Bodega General**



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

Se recomienda que los materiales sobre las estanterías no obstruyan el haz de luz de las lámparas debido a que no permite una correcta iluminación en la Bodega General.

2.3.2.5. Análisis al sistema de ventilación

La renovación del aire dentro de la nave industrial se lleva a cabo mediante la renovación natural. Donde se aprovecha la ventilación natural utilizando la energía cinética del viento disponible para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo.

Longitudinalmente se tienen 46 m² para ventilación, que se encuentran en la parte superior del techo, en la parte del monitor de la nave. Frontalmente se tienen 15 m² para el ingreso de aire. Para hacer un total de 61 m². Los ventanales se encuentran colocados tanto longitudinalmente como frontalmente, esto hace que el edificio tenga una buena ventilación ya que el viento soplará paralelo al lado longitudinal como habitualmente sucede y otras veces soplará paralelo al lado frontal.

Se debe determinar si la Bodega General cuenta con el área de ventilación apropiada para que el volumen del aire sea renovado y que el personal cuente con condiciones de labores adecuadas para la realización de sus actividades.

- Datos recabados
 - Volumen = 1 399,81 m³
 - Velocidad del aire = 1 000 m/h
 - Dirección dominante del aire respecto al edificio: perpendicular

La cantidad de veces por hora que se debe evacuar el aire de un taller o bodega es de 3, esto según la tabla de renovación del aire en número de veces/hora (apéndice 4). A continuación se realizan el resto de cálculos:

$$\text{Volumen total a evacuar} = 1\,399,81(4) = 5\,599,24 \text{ m}^3$$

$$\text{Área de paso de las ventanas} = \frac{5\,599,24}{0,3(1000)} = 18,66 \text{ m}^2$$

Por lo tanto se necesita un área de 18,66 m² para que el aire fresco que ingrese pueda ser renovado por el aire viciado que se encuentra en el interior. Se tiene un total de 61 m² de área de ventilación, por lo cual en términos generales la edificación de la Bodega General cuenta con las características necesarias para brindar condiciones de trabajo favorables para los colaboradores en términos de ventilación.

2.3.3. Rediseño de la planificación de inventarios

El rediseño de la planificación de inventarios se centrará en los materiales necesarios para la realización de los mantenimientos correctivos y preventivos a realizar por parte del Departamento de Operaciones y Mantenimiento. Para la selección de materiales se iniciará por la determinación de las atracciones que generan mayores ganancias a la institución para evitar la paralización total o parcial de la atracción. Partiendo de este punto se realizará un análisis de criticidad para determinar que materiales se consideran importantes en cuanto a consumo o costo.

2.3.3.1. Selección de materiales

Para realizar la planificación de manejo de inventarios, se deben de seleccionar aquellos repuestos y/o materiales que se consideren críticos para el funcionamiento de las atracciones que generen mayor beneficio al parque.

2.3.3.1.1. Análisis de costos

Partiendo de un análisis de costos del 2011, se determinó el beneficio neto que genera cada una de las atracciones electromecánicas, tomando en cuenta los ingresos y egresos que se tienen en cada uno de los juegos. Determinando que atracciones generan mayor beneficio neto al parque y enfocarse en la planificación de los materiales que se necesitan para la serie de mantenimientos a realizar y que garanticen el correcto funcionamiento de dichas atracciones.

Los ingresos se obtienen por la erogación que realizan los visitantes por el uso de la atracción. Se estima un precio promedio por boleto, debido a que existen distintas modalidades de boletos, brazaletes (uso personal) y pasaportes (compartido) los cuales tienen distintos precios. Los egresos se encuentran conformados por el costo de mantenimiento (materiales y mano de obra directa e indirecta) y el costo de energía eléctrica para el funcionamiento del juego.

Teniendo los ingresos y egresos que genera cada una de las atracciones electromecánicas, el beneficio neto se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Ingresos} - \text{Egresos} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Para poder representarlo de mejor manera, el beneficio neto se puede representar como un porcentaje en relación al total de ganancias obtenidas o lo que es igual a la sumatoria de todos los beneficios netos. Se procede de la siguiente forma:

$$\text{Beneficio neto porcentual} = \left(\frac{\text{Beneficio neto}}{\sum \text{Beneficio neto}} \right) * 100 \quad [\text{Ecuación 4}]$$

Para el caso del juego Tronco Splash se calcula de siguiente manera:

$$\text{Beneficio neto} = 1\,246\,775,79 - 195\,958,73 = 1\,048\,817,07$$

$$\text{Beneficio neto porcentual} = \left(\frac{1\,048\,817,07}{9\,942\,233,53} \right) * 100 = 10,55\%$$

El beneficio neto porcentual se determinó para cada una de las atracciones con las que se cuenta, de esta forma se puede obtener un indicador que permita comparar el beneficio de cada atracción, los porcentajes obtenidos se presentan en la tabla XV.

Tabla XV. **Beneficio neto de juegos electromecánicos**

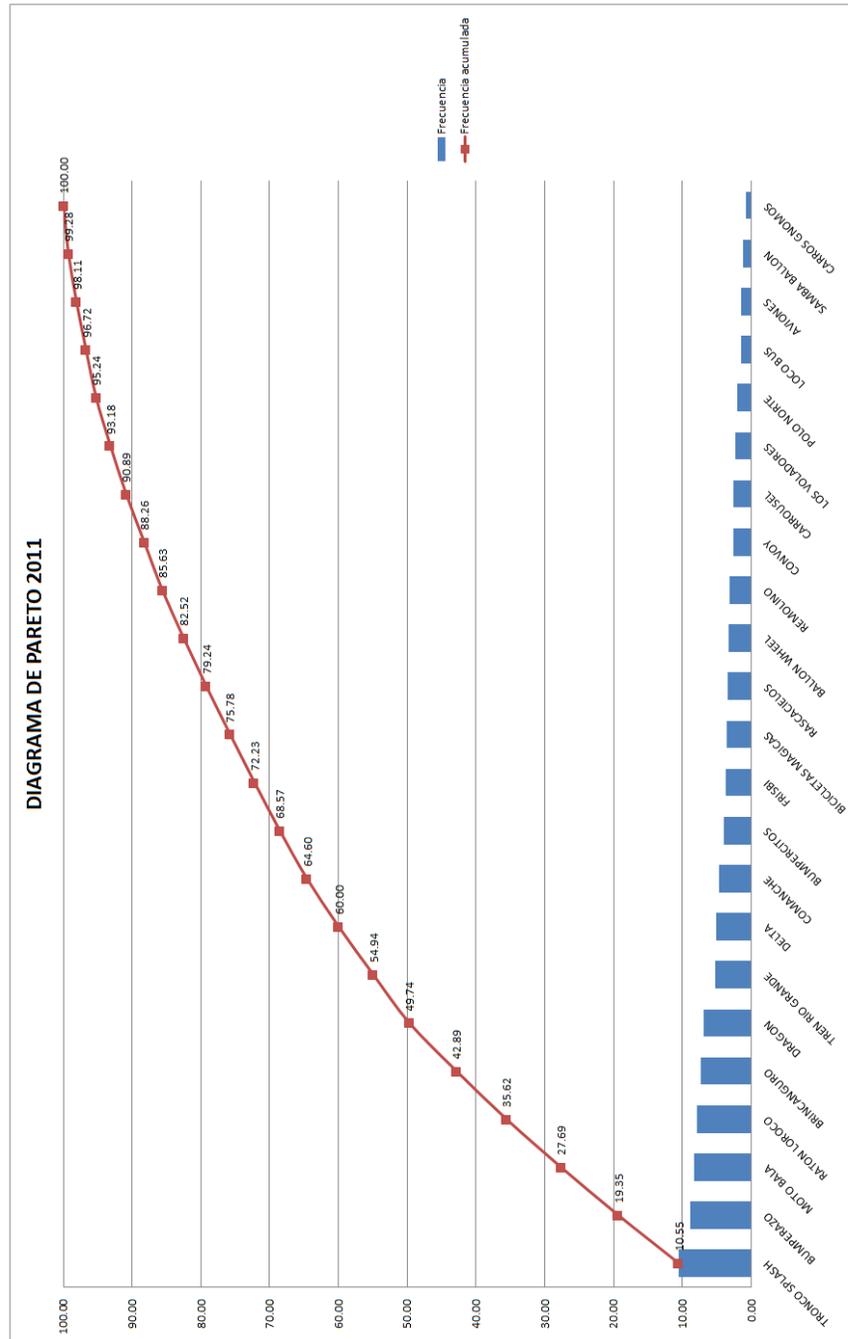
Juego	Ingresos (Q)	Egresos (Q)	Beneficio neto (Q)	Beneficio neto (%)	Acumulado (%)
Tronco Splash	1 246 775,79	197 958,73	1 048 817,07	10,55	10,55
Bumperazo	928 229,49	53 254 92	874 974,58	8,80	19,35
Moto bala	1 021 345,59	192 235,72	829 109,87	8,34	27,69
Ratón loroco	940 047,27	151 319,14	788 728,13	7,93	35,62
Brincanguro	750 166,32	27 390,34	722 775,99	7,27	42,89
Dragón	786 856,07	106 285,44	680 570,63	6,85	49,74
Tren Río Grande	571 877,97	54 411,49	517 466,49	5,20	54,94
Delta	543 957,74	41 479,39	502 478,35	5,05	59,99
Comanche	645 797,48	188 007,40	457 790,08	4,60	64,59
Bumpercitos	401 314,55	7 080,18	394 234,37	3,97	68,56
Frisbi	421 693,34	56 873,28	364 820,06	3,67	72,23
Bicicletas Mágicas	360 713,34	8 126,39	352 586,96	3,55	75,78
Rascacielos	567 328,50	223 301,09	344 027,41	3,46	79,24
Ballon Wheel	344 150,10	18 145,82	326 004,29	3,28	82,52
Remolino	629 357,25	320 289,64	309 067,62	3,11	85,63
Convoy	270 826,91	9 207,85	261 619,06	2,63	88,26
Carrousel	269 108,87	7 547 73	261 561,14	2,63	90,89
Los Voladores	247 070,42	19 706,12	227 364,30	2,29	93,18
Polo Norte	222 997,01	18 217,39	204 779,62	2,06	95,24
Loco bus	233 073,81	85 893,85	147 179,96	1,48	96,72
Aviones	147 376,14	8 681,49	138 694,65	1,40	98,12
Samba Ballon	123 634,25	7 648,48	115 985,77	1,17	99,29
Carros Gnomos	79 065,29	7 468,11	71 597,18	0,72	100,00
Total	11 752 763,45	1 810 529,92	9 942 233,53	100,00	

* \$ 1 = Q 7,87

Fuente: Departamento de Operaciones y Mantenimiento.

Con base al beneficio neto porcentual se elaboró el diagrama de Pareto (figura 15) para determinar que juegos electromecánicos generan el mayor beneficio neto y que deben de ser tomados en cuenta para la selección de materiales del presente rediseño.

Figura 15. Diagrama de Pareto, juegos electromecánicos



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

Dicho diagrama permite determinar que el 80 % de las ganancias que generan el total de juegos electromecánicos se concentra únicamente en 13 atracciones (Tronco Splash, Bumperazo, Moto Bala, Ratón Loroco, Brinkanguro, Dragón, Tren Río Grande, Delta, Comanche, Bumpercitos, Frisby, Bicicletas Mágicas y Rascacielos) de las 23 que se poseen y por lo tanto el otro 20 % de las ganancias son representadas por las 10 atracciones restantes.

Por lo tanto el rediseño de la planificación de inventarios se centrará en los materiales destinados al mantenimiento de las 13 atracciones anteriormente citadas. Se seleccionaran únicamente aquellos materiales que presenten un consumo elevado o cuyo precio de compra sea alto, mediante el análisis de criticidad.

Al hablar de una planificación de inventarios se refiere a la planificación que se debe de tener para la adquisición de materiales, que comprende en que momento realizar un pedido y que cantidades debe de tener dicho pedido. Esto se hace tomando en cuenta costos de almacenamiento, costos de pedido y tiempos de pedido.

2.3.3.1.2. Análisis de criticidad

Se obtuvo el listado completo de los materiales que fueron utilizados en el 2011 para el mantenimiento preventivo y correctivo de los 13 juegos electromecánicos elegidos. Para la selección de materiales se consideraron los dos criterios anteriormente mencionados (cantidad de consumo y costo elevado). En la tabla XVI se presentan los materiales seleccionados para el rediseño de la planificación de inventarios.

Tabla XVI. **Materiales seleccionados**

Código	Material	Unidad
19 01 0014	Empaque de hule	Unidad
21 02 0023	Aceite hidráulico Tribol 943/46	Galones
21 02 0043	Aceite Tribol 1100/150	Galones
21 02 0044	Aceite Tribol 1100/220	Galones
21 02 0051	Dieltron I solvente desengrasante	Galones
21 02 0052	Dieltron III limpia contactos	Unidad
21 02 0053	Dieltron IV	Unidad
21 02 0054	Dieltron IV desplazante de humedad	Unidad
21 02 0100	Grasa Molub Alloy 860/220-2 pail	Unidad
21 02 0109	Aceite Viscogen KL-23	Galones
21 02 0171	Aceite optimo Viscogen KL 300	Unidad
26 08 0017	Cincho plástico de 5"	Unidad
26 08 0019	Cincho plástico de 8"	Unidad
26 08 0084	Tarugo plástico de 3/8"	Unidad
26 08 0196	Cincho plástico de 12"	Unidad
26 08 0227	Cincho plástico de 10"	Unidad
26 08 0230	Cincho plástico de 14"negro	Unidad
26 08 0236	Cincho plástico de 7"	Unidad
32 03 0009	Alambre de amarre	Libras
33 03 0036	Remache pop de 3/16" x 3/4"	Unidad
33 03 0126	Tornillo completo No. 6 x 40	Unidad
33 03 0184	Tornillo polser de 1/4" x 2"	Unidad
33 03 0196	Tornillo spax de 2" x 1/8"	Unidad
33 03 0216	Tornillo para lámina 10 x 1 1/4"	Unidad
33 03 0226	Tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"	Unidad
33 03 0327	Tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50	Unidad
33 03 0468	Tornillo para madera No. 8 de 1 1/2"	Unidad
33 05 0116	Chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"	Unidad
33 05 0117	Chaveta galvanizada de 3/16" x 2 1/2"	Unidad
38 08 0022	Citrus Power desengrasante	Galones
42 01 0563	Cojinete No. 6203	Unidad
42 05 0191	Cojinete No. 6005 2RS	Unidad
42 05 0206	Cojinete No. 6205	Unidad
42 05 0803	Chaveta 2.5 x 25	Unidad
42 05 2028	Cojinete No. 6308 2RS	Unidad
42 20 0256	Cojinete No. 6206	Unidad

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

De tal forma que se seleccionaron treinta y seis materiales para la realización de la planificación de inventarios.

2.3.3.2. Demanda de materiales seleccionados

Se analizarán los consumos del 2011, debido a que es el único año en que se tienen los registros completos, debido a las ampliaciones realizadas en 2010. Establecer el patrón que sigue la demanda para cada uno de los materiales y determinar el tipo de demanda esperada (constante o variable) se debe de realizar, para estipular el modelo de inventario que se acople a las necesidades de la institución.

En las tablas XVII a la LII se presentan las cantidades demandadas mensualmente durante el 2011.

Tabla XVII. Demanda empaque de hule

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	350,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	50,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	400,00
Noviembre	0,00	μ	33,33
Diciembre	0,00	σ	100,75

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XVIII. **Demanda aceite hidráulico Tribol 943/46**

Mes	Galones		
Enero	5,00		
Febrero	5,00		
Marzo	5,00		
Abril	5,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	5,00		
Agosto	5,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Galones
Octubre	5,00	D	35,00
Noviembre	0,00	μ	2,92
Diciembre	0,00	σ	2,57

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XIX. **Demanda aceite Tribol 1100/150**

Mes	Galones		
Enero	0,00		
Febrero	6,00		
Marzo	5,00		
Abril	9,00		
Mayo	5,00		
Junio	5,00		
Julio	5,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	5,00	Resumen	Galones
Octubre	10,00	D	55,00
Noviembre	5,00	μ	4,58
Diciembre	0,00	σ	3,23

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XX. **Demanda de aceite Tribol 1100/220**

Mes	Galones		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	10,00		
Agosto	5,00		
Septiembre	15,00	Resumen	Galones
Octubre	0,00	D	30,00
Noviembre	0,00	μ	2,50
Diciembre	0,00	σ	5,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXI. **Demanda Dieltron I solvente desengrasante**

Mes	Galones		
Enero	0,00		
Febrero	1,00		
Marzo	2,00		
Abril	0,00		
Mayo	2,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	1,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Galones
Octubre	0,00	D	10,00
Noviembre	1,00	μ	0,83
Diciembre	3,00	σ	1,03

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXII. **Demanda Dieltron III limpia contactos**

Mes	Unidades		
Enero	8,00		
Febrero	8,00		
Marzo	0,00		
Abril	4,00		
Mayo	13,00		
Junio	16,00		
Julio	18,00		
Agosto	12,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	90,00
Noviembre	1,00	μ	7,50
Diciembre	10,00	σ	6,49

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXIII. **Demanda Dieltron IV**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	1,00		
Marzo	2,00		
Abril	3,00		
Mayo	3,00		
Junio	2,00		
Julio	5,00		
Agosto	2,00		
Septiembre	2,00	Resumen	Unidades
Octubre	6,00	D	27,00
Noviembre	1,00	μ	2,25
Diciembre	0,00	σ	1,82

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXIV. **Demanda Dieltron IV desplazante de humedad**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	1,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	1,00		
Junio	6,00		
Julio	2,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	12,00
Noviembre	2,00	μ	1,00
Diciembre	0,00	σ	1,76

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXV. **Demanda grasa Molub Alloy 860/220-2 pail**

Mes	Unidades		
Enero	1,00		
Febrero	0,00		
Marzo	1,00		
Abril	1,00		
Mayo	1,00		
Junio	0,00		
Julio	1,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	1,00	D	7,00
Noviembre	0,00	μ	0,58
Diciembre	1,00	σ	0,51

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXVI. **Demanda aceite Viscogen KL-23**

Mes	Galones		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	2,00	Resumen	Galones
Octubre	0,00	D	4,00
Noviembre	1,00	μ	0,33
Diciembre	1,00	σ	0,65

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXVII. **Demanda aceite optimo Viscogen KL 300**

Mes	Unidades		
Enero	2,00		
Febrero	2,00		
Marzo	2,00		
Abril	2,00		
Mayo	6,00		
Junio	0,00		
Julio	7,00		
Agosto	1,00		
Septiembre	7,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	31,00
Noviembre	1,00	μ	2,58
Diciembre	1,00	σ	2,57

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXVIII. **Demanda cincho plástico de 5''**

Mes	Unidades		
Enero	100,00		
Febrero	20,00		
Marzo	20,00		
Abril	0,00		
Mayo	50,00		
Junio	130,00		
Julio	200,00		
Agosto	370,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	890,00
Noviembre	0,00	μ	74,17
Diciembre	0,00	σ	113,25

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXIX. **Demanda cincho plástico de 8''**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	103,00		
Marzo	172,00		
Abril	20,00		
Mayo	50,00		
Junio	100,00		
Julio	0,00		
Agosto	430,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	1 075,00
Noviembre	200,00	μ	89,58
Diciembre	0,00	σ	128,52

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXX. **Demanda tarugo plástico de 3/8”**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	210,00		
Abril	700,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	300,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	300,00	Resumen	Unidades
Octubre	300,00	D	1 835,00
Noviembre	25,00	μ	152,92
Diciembre	0,00	σ	218,28

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXI. **Demanda cincho plástico de 12”**

Mes	Unidades		
Enero	100,00		
Febrero	0,00		
Marzo	20,00		
Abril	225,00		
Mayo	100,00		
Junio	300,00		
Julio	45,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	80,00	Resumen	Unidades
Octubre	230,00	D	1 290,00
Noviembre	100,00	μ	107,50
Diciembre	90,00	σ	96,19

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXII. **Demanda cincho plástico de 10''**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	100,00		
Marzo	50,00		
Abril	55,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	100,00	Resumen	Unidades
Octubre	100,00	D	555,00
Noviembre	150,00	μ	46,25
Diciembre	0,00	σ	54,24

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXIII. **Demanda cincho plástico de 14'' negro**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	50,00		
Marzo	155,00		
Abril	265,00		
Mayo	50,00		
Junio	50,00		
Julio	320,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	260,00	D	1 266,00
Noviembre	71,00	μ	105,50
Diciembre	45,00	σ	114,91

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXIV. **Demanda cincho plástico de 5''**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	50,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	50,00		
Junio	300,00		
Julio	100,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	100,00	D	750,00
Noviembre	100,00	μ	62,50
Diciembre	50,00	σ	85,61

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXV. **Demanda alambre de amarre**

Mes	Libras		
Enero	0,00		
Febrero	25,00		
Marzo	50,00		
Abril	120,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	85,00		
Agosto	100,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Libras
Octubre	0,00	D	455,00
Noviembre	75,00	μ	37,92
Diciembre	0,00	σ	45,85

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXVI. **Demanda remache pop de 3/16" x 3/4"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	500,00		
Julio	30,00		
Agosto	600,00		
Septiembre	100,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	1 330,00
Noviembre	100,00	μ	110,83
Diciembre	0,00	σ	209,65

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXVII. **Demanda tornillo completo No. 6 x 40**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	250,00	D	250,00
Noviembre	0,00	μ	20,83
Diciembre	0,00	σ	72,17

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXVIII. **Demanda tornillo polser de 1/4" x 2"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	300,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	500,00
Noviembre	200,00	μ	41,67
Diciembre	0,00	σ	99,62

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XXXIX. **Demanda tornillo spax de 2" x 1/8"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	300,00	D	600,00
Noviembre	300,00	μ	50,00
Diciembre	0,00	σ	116,77

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XL. **Demanda tornillo para lamina 10 x 1 1/4"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	300,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	300,00
Noviembre	0,00	μ	25,00
Diciembre	0,00	σ	86,60

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLI. **Demanda tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	450,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	450,00
Noviembre	0,00	μ	37,50
Diciembre	0,00	σ	129,90

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLII. **Demanda tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	300,00	D	300,00
Noviembre	0,00	μ	25,00
Diciembre	0,00	σ	86,60

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLIII. **Demanda tornillo para madera No. 8 de 1/2"**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	500,00	Resumen	Unidades
Octubre	200,00	D	700,00
Noviembre	0,00	μ	58,33
Diciembre	0,00	σ	150,50

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLIV. **Demanda chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"**

Mes	Unidades		
Enero	10,00		
Febrero	20,00		
Marzo	6,00		
Abril	98,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	25,00	Resumen	Unidades
Octubre	25,00	D	184,00
Noviembre	0,00	μ	15,33
Diciembre	0,00	σ	27,91

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLV. **Demanda chaveta galvanizada de 3 1/16" x 2 1/2"**

Mes	Unidades		
Enero	10,00		
Febrero	18,00		
Marzo	0,00		
Abril	62,00		
Mayo	0,00		
Junio	40,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	25,00	Resumen	Unidades
Octubre	50,00	D	205,00
Noviembre	0,00	μ	17,08
Diciembre	0,00	σ	22,34

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLVI. **Demanda Citrus Power desengrasante**

Mes	Galones		
Enero	5,00		
Febrero	3,00		
Marzo	13,50		
Abril	12,00		
Mayo	15,50		
Junio	10,00		
Julio	16,00		
Agosto	14,00		
Septiembre	21,00	Resumen	Galones
Octubre	19,00	D	152,00
Noviembre	6,00	μ	12,67
Diciembre	17,00	σ	5,67

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLVII. **Demanda cojinete No. 6203**

Mes	Unidades		
Enero	25,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	5,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	2,00		
Agosto	10,00		
Septiembre	8,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	74,00
Noviembre	14,00	μ	6,17
Diciembre	10,00	σ	7,73

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLVIII. **Demanda cojinete No. 6005 2RS**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	0,00		
Julio	10,00		
Agosto	18,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	12,00	D	48,00
Noviembre	0,00	μ	4,00
Diciembre	8,00	σ	6,32

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla XLIX. **Demanda cojinete No. 6205**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	19,00		
Junio	2,00		
Julio	2,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	26,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	50,00
Noviembre	1,00	μ	4,17
Diciembre	0,00	σ	8,73

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla L. **Demanda chaveta 2.5 x 25**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	20,00		
Abril	0,00		
Mayo	0,00		
Junio	50,00		
Julio	0,00		
Agosto	0,00		
Septiembre	0,00	Resumen	Unidades
Octubre	50,00	D	122,00
Noviembre	0,00	μ	10,17
Diciembre	2,00	σ	19,46

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla LI. **Demanda cojinete 6308 2RS**

Mes	Unidades		
Enero	18,00		
Febrero	0,00		
Marzo	22,00		
Abril	0,00		
Mayo	1,00		
Junio	16,00		
Julio	4,00		
Agosto	6,00		
Septiembre	24,00	Resumen	Unidades
Octubre	0,00	D	102,00
Noviembre	11,00	μ	8,50
Diciembre	0,00	σ	9,28

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Tabla LII. **Demanda cojinete No. 6206**

Mes	Unidades		
Enero	0,00		
Febrero	0,00		
Marzo	0,00		
Abril	0,00		
Mayo	2,00		
Junio	4,00		
Julio	0,00		
Agosto	6,00		
Septiembre	2,00	Resumen	Unidades
Octubre	4,00	D	42,00
Noviembre	20,00	μ	3,50
Diciembre	4,00	σ	5,60

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Como se puede observar el consumo de los materiales seleccionados varía de manera drástica de un mes al otro, esto se debe a que los mantenimientos realizados donde se utilizan los materiales se realizan cada cierto tiempo y no de manera mensual, por lo cual se puede afirmar que la demanda es variable.

El resumen de los datos obtenidos acerca de la demanda que presentan el conjunto de materiales seleccionados se presenta en la tabla LIII. Donde D representa la demanda anual del material, μ la demanda promedio de forma mensual y σ la desviación estándar de la demanda.

Tabla LIII. **Resumen de cantidades demandas por material**

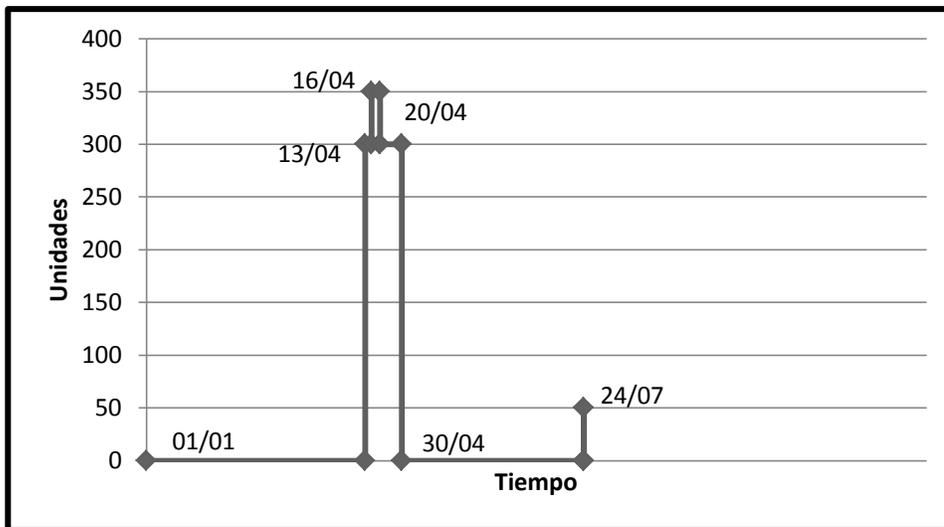
Código	D	μ	Σ
19 01 0014	400.00	33.33	100.75
21 02 0023	35.00	2.92	2.57
21 02 0043	55.00	4.58	3.23
21 02 0044	30.00	2.50	5.00
21 02 0051	10.00	0.83	1.03
21 02 0052	90.00	7.50	6.49
21 02 0053	27.00	2.25	1.82
21 02 0054	12.00	1.00	1.76
21 02 0100	7.00	0.58	0.51
21 02 0109	4.00	0.33	0.65
21 02 0171	31.00	2.58	2.57
26 08 0017	890.00	74.17	113.25
26 08 0019	1075.00	89.58	128.52
26 08 0084	1835.00	152.92	218.28
26 08 0196	1290.00	107.50	96.19
26 08 0227	555.00	46.25	54.24
26 08 0230	1266.00	105.50	114.91
26 08 0236	750.00	62.50	85.61
32 03 0009	455.00	37.92	45.85
33 03 0036	1330.00	110.83	209.65
33 03 0126	250.00	20.83	72.17
33 03 0184	500.00	41.67	99.62
33 03 0196	600.00	50.00	116.77
33 03 0216	300.00	25.00	86.60
33 03 0226	450.00	37.50	129.90
33 03 0327	300.00	25.00	86.60
33 03 0468	700.00	58.33	150.50
33 05 0116	184.00	15.33	27.91
33 05 0117	205.00	17.08	22.34
38 08 0022	152.00	12.67	5.67
42 01 0563	74.00	6.17	7.73
42 05 0191	48.00	4.00	6.32
42 05 0206	50.00	4.17	8.73
42 05 0803	122.00	10.17	19.46
42 05 2028	102.00	8.50	9.28
42 20 0256	42.00	3.50	5.60

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

2.3.3.3. Patrón de inventario de materiales seleccionados

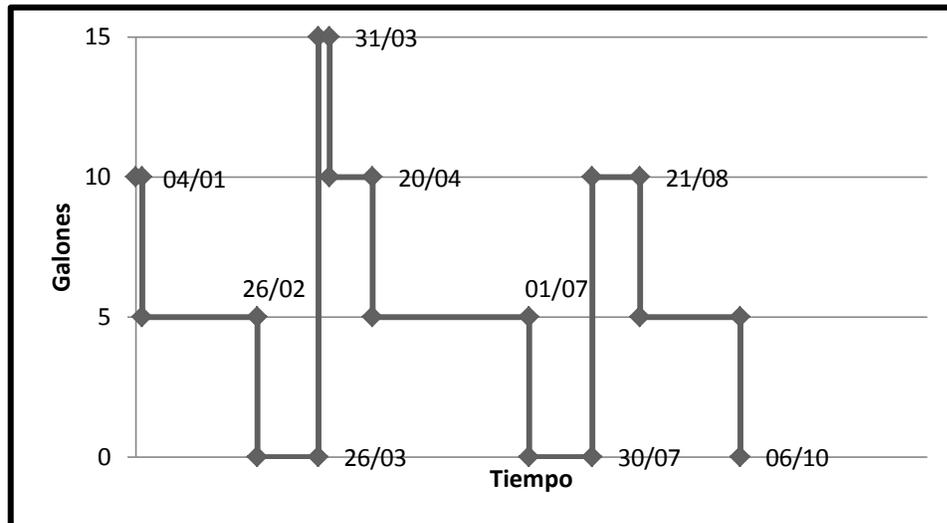
Se realizó una investigación exhaustiva para determinar los puntos en los cuales se registraron entradas y salidas de materiales a lo largo del 2011 para cada uno de los materiales en cuestión. Con dicha información se procedió a elaborar los patrones de inventario correspondientes que se presentan en las figuras 16 a la 51. En el eje vertical se encuentran las unidades o galones y en el eje horizontal se encuentra el tiempo (años). Dentro del gráfico se especifican las fechas exactas en las cuales se produjeron movimientos tanto de ingresos como egresos de materiales.

Figura 16. Patrón de inventario empaque de hule



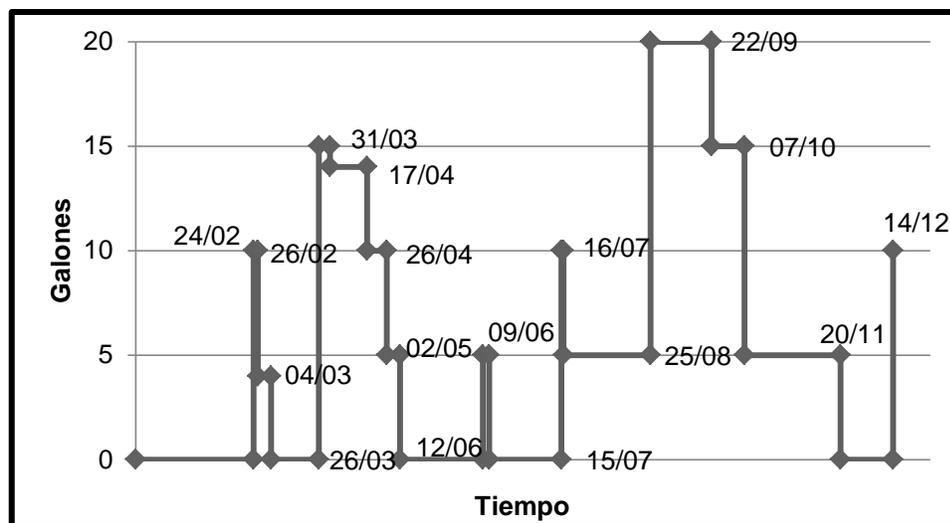
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 17. **Patrón de inventario aceite Tribol 943/46**



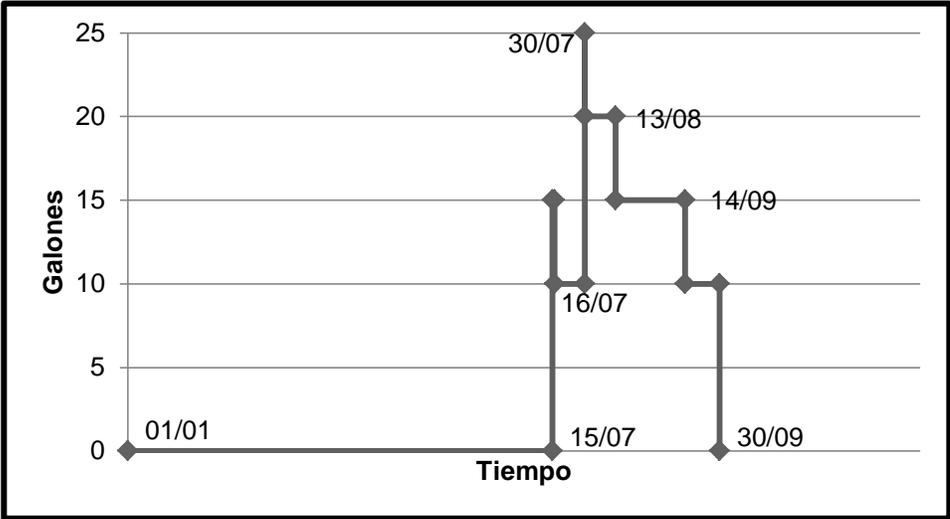
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 18. **Patrón de inventarios aceite Tribol 1100/150**



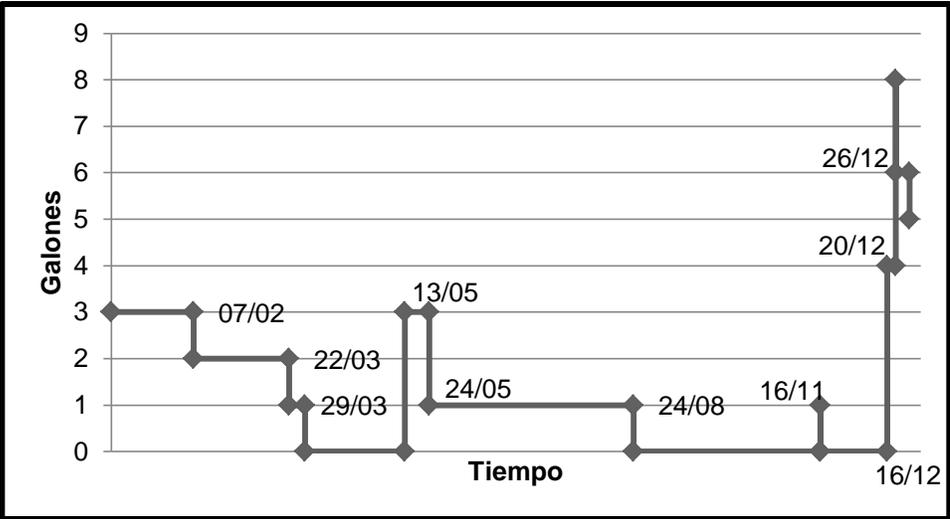
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 19. Patrón de inventario aceite Tribol 1100/220



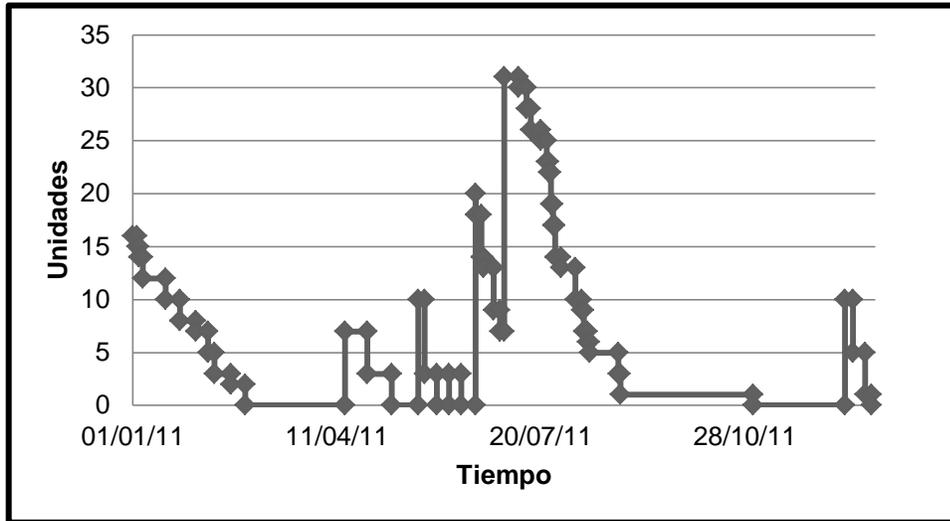
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 20. Patrón de inventario Dieltron I solvente desengrasante



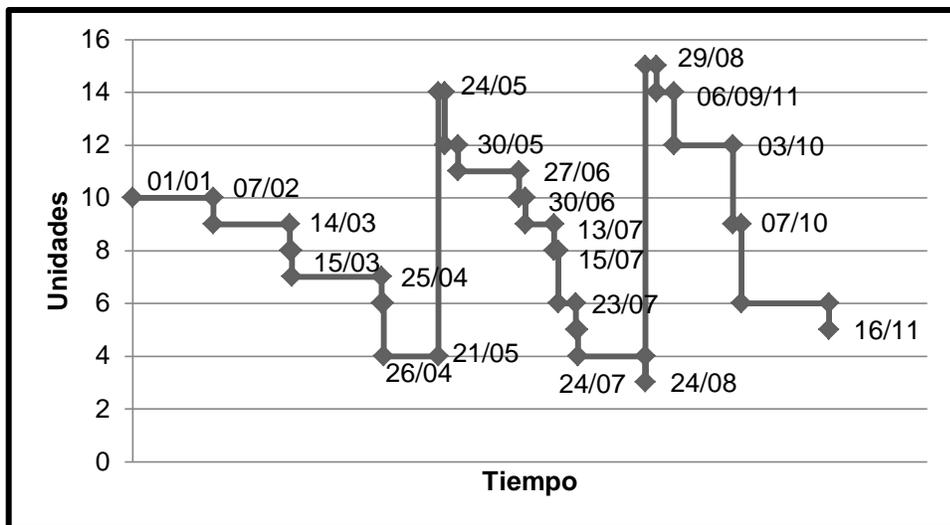
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 21. Patrón de inventario Dieltron III limpia contactos



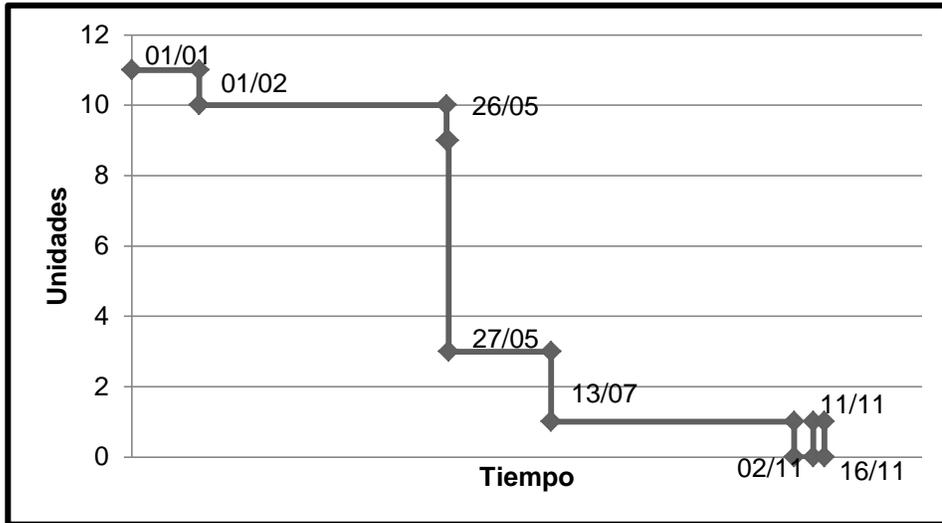
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 22. Patrón de inventario Dieltron IV



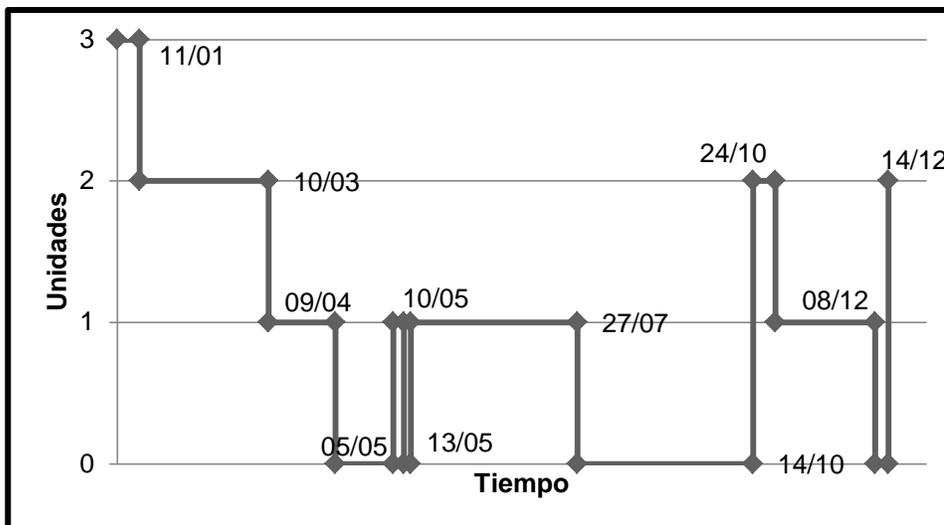
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 23. Patrón de inventario Dieltron IV desplazante de humedad



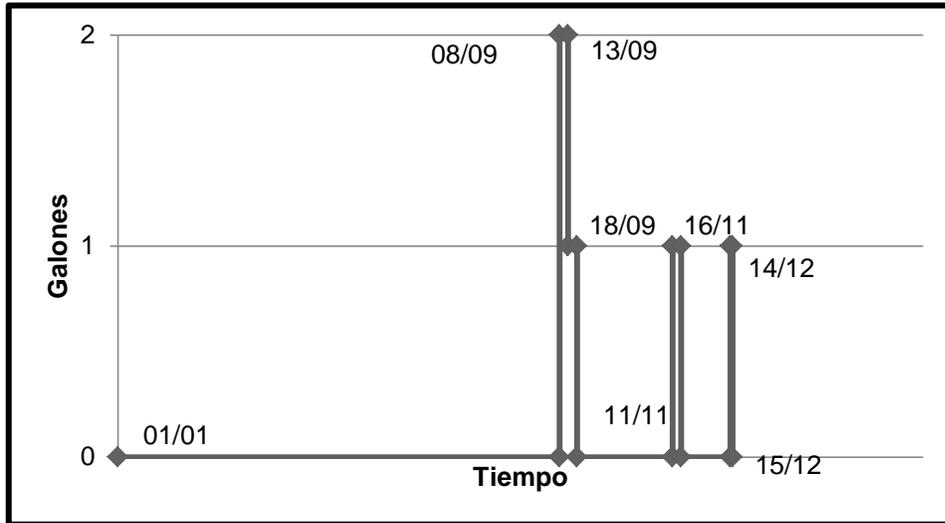
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 24. Patrón de inventario grasa Molub Alloy 860/220-2 pail



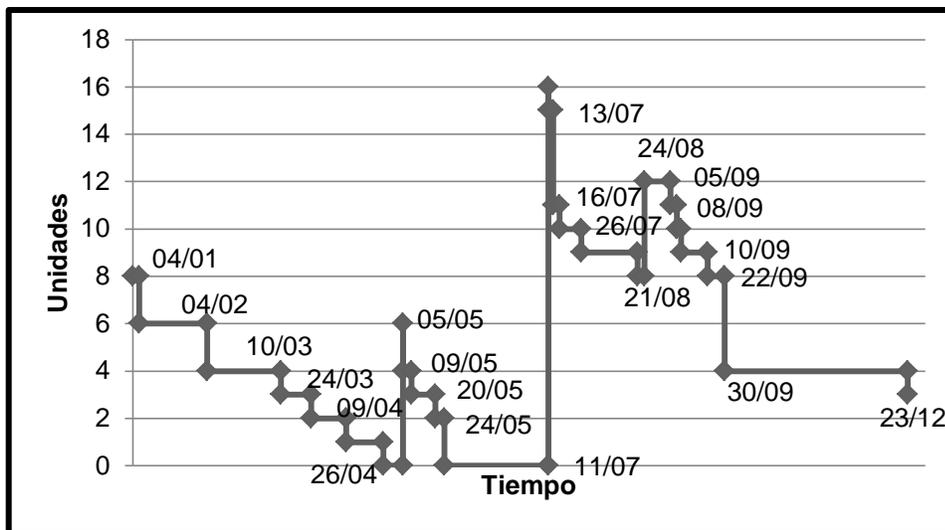
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 25. Patrón de inventario aceite Viscogen KL-23



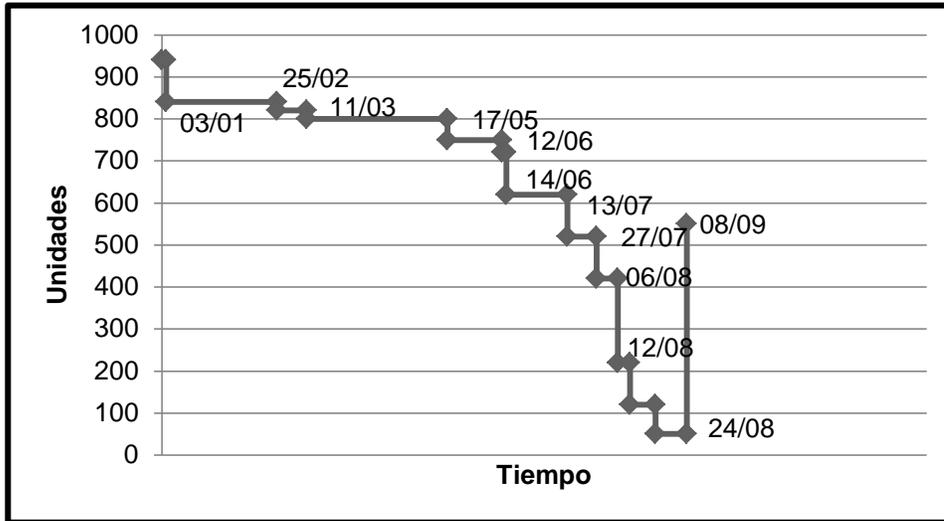
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 26. Patrón de inventario aceite óptimo Viscogen KL 300



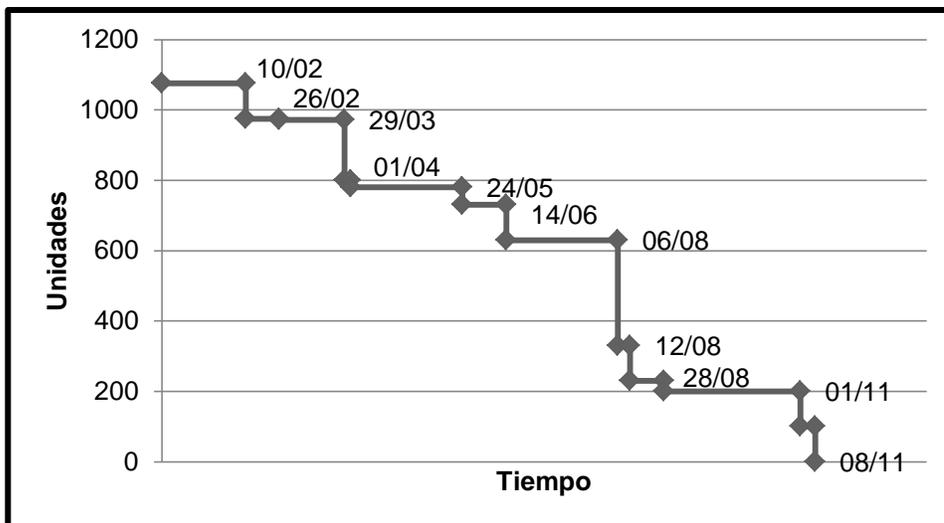
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 27. Patrón de inventario cincho plástico de 5''



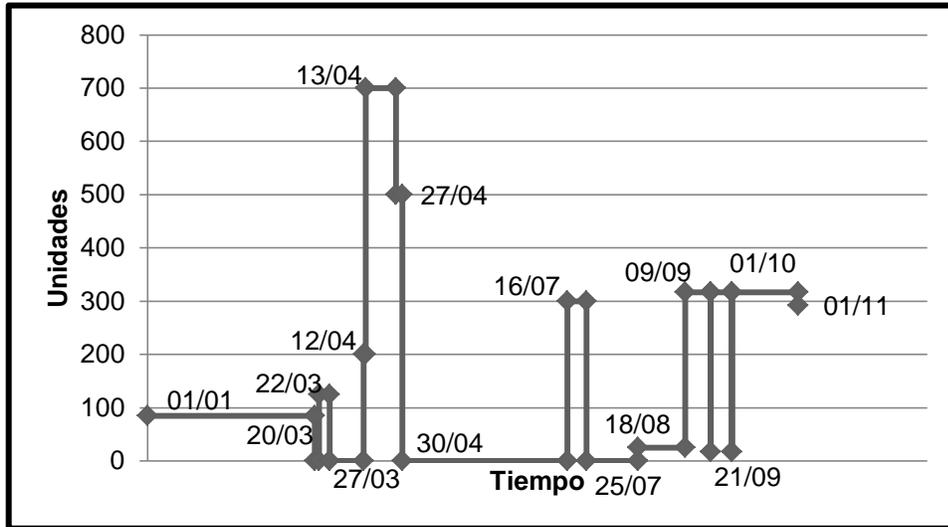
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 28. Patrón de inventario cincho plástico de 8''



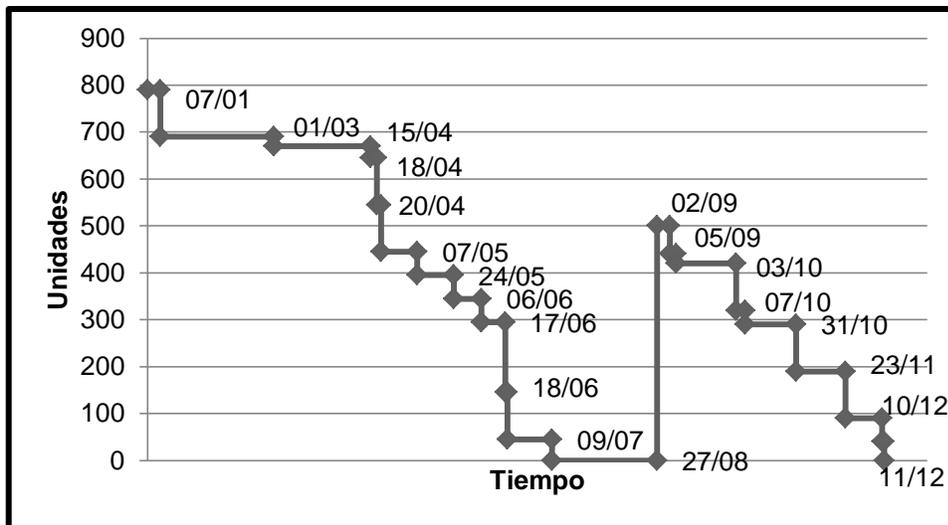
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 29. Patrón de inventario tarugo plástico de 3/8”



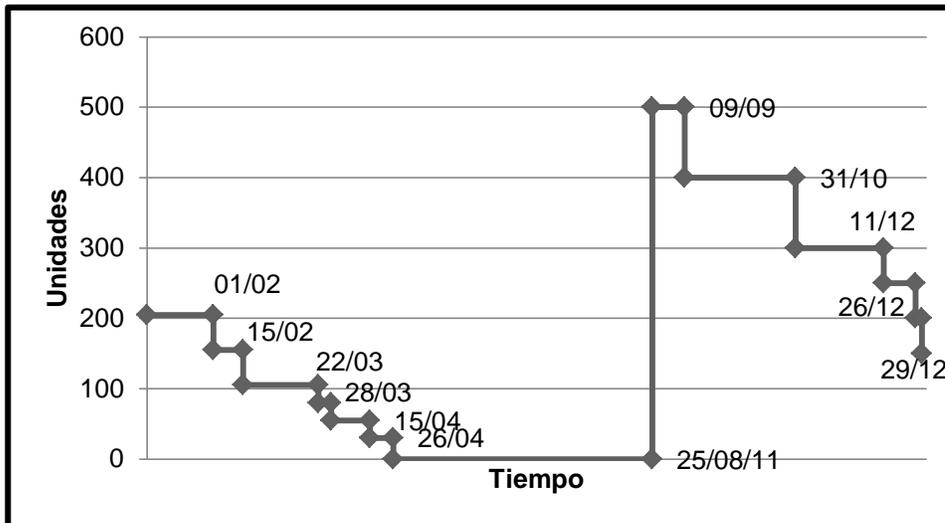
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 30. Patrón de inventario cincho plástico de 12”



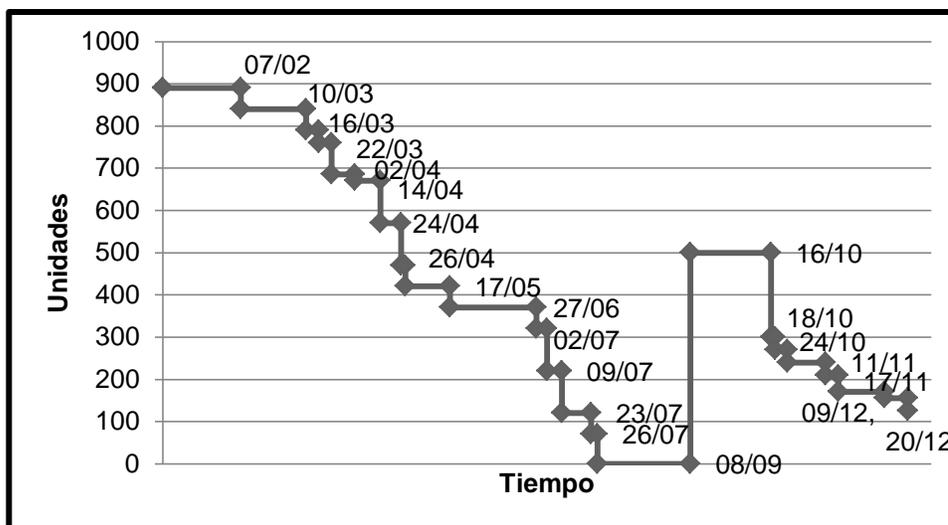
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 31. Patrón de inventario cincho plástico de 10''



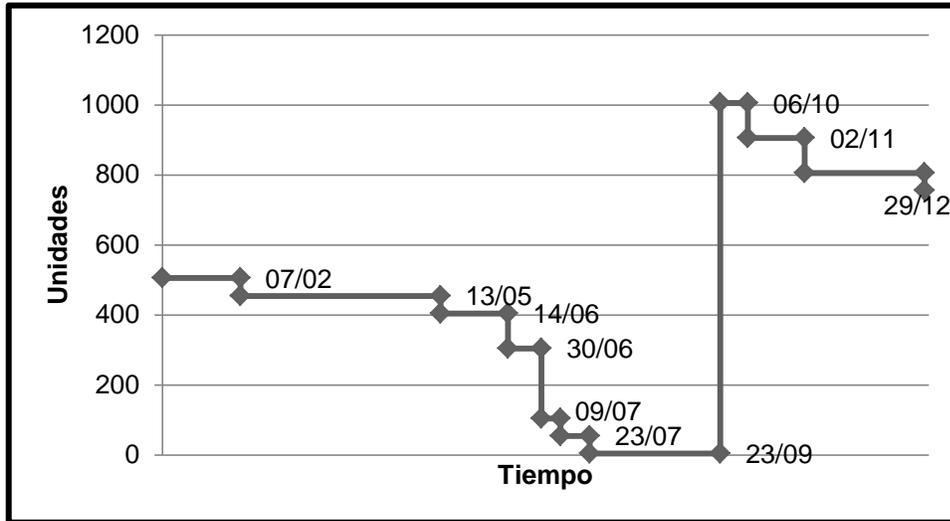
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 32. Patrón de inventario cincho plástico de 14'' negro



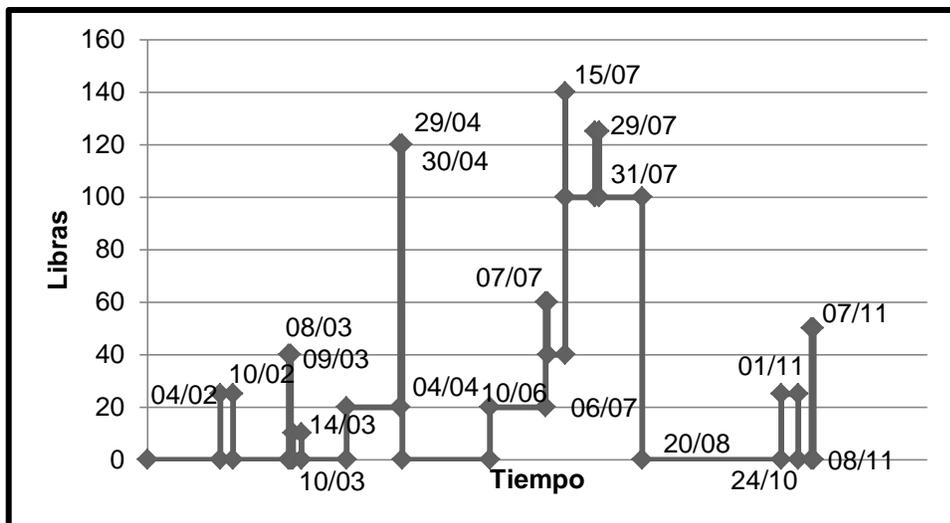
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 33. Patrón de inventario cincho plástico de 7"



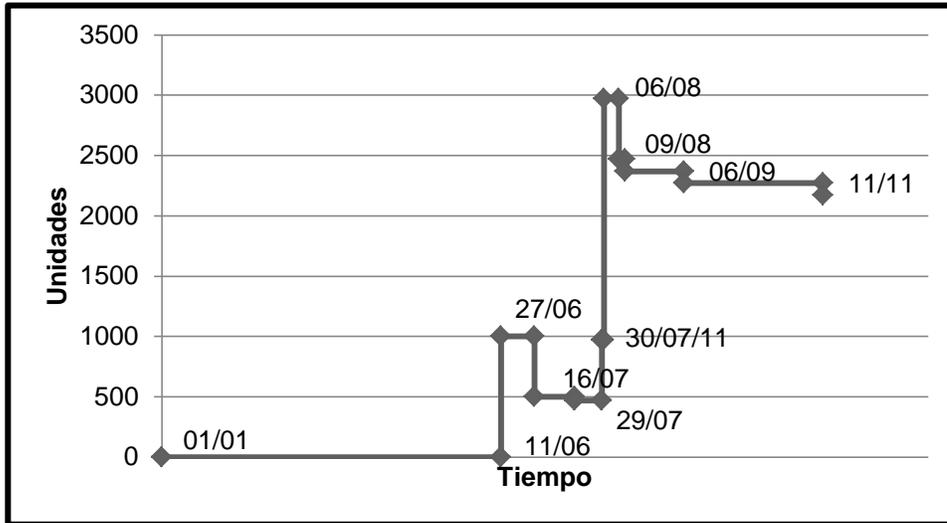
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 34. Patrón de inventario alambre de amarre



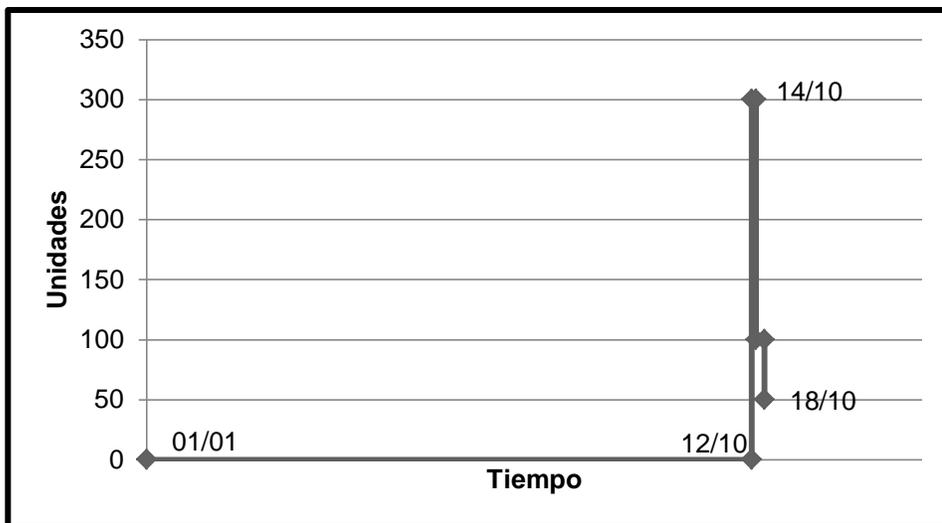
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 35. Patrón de inventario remache pop de 3/16" x 3/4"



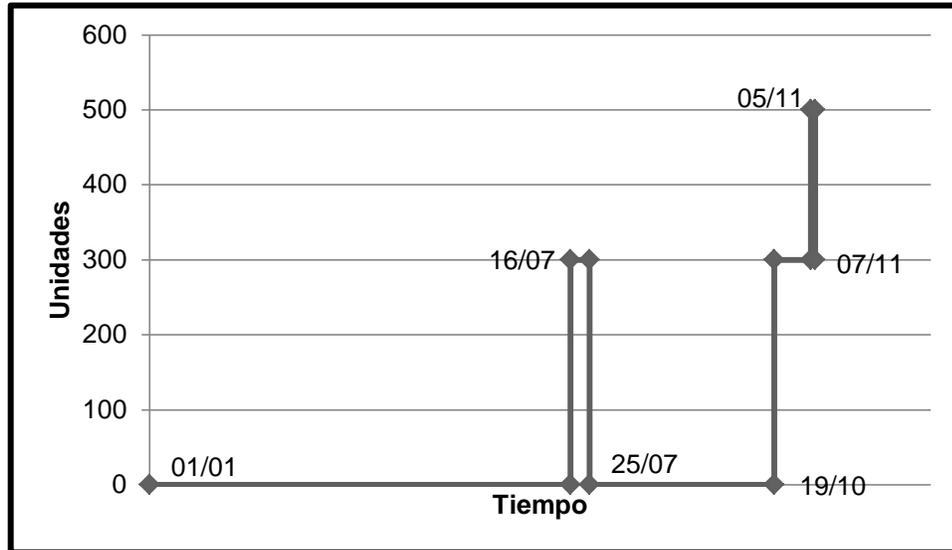
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 36. Patrón de inventario tornillo completo No. 6 x 40



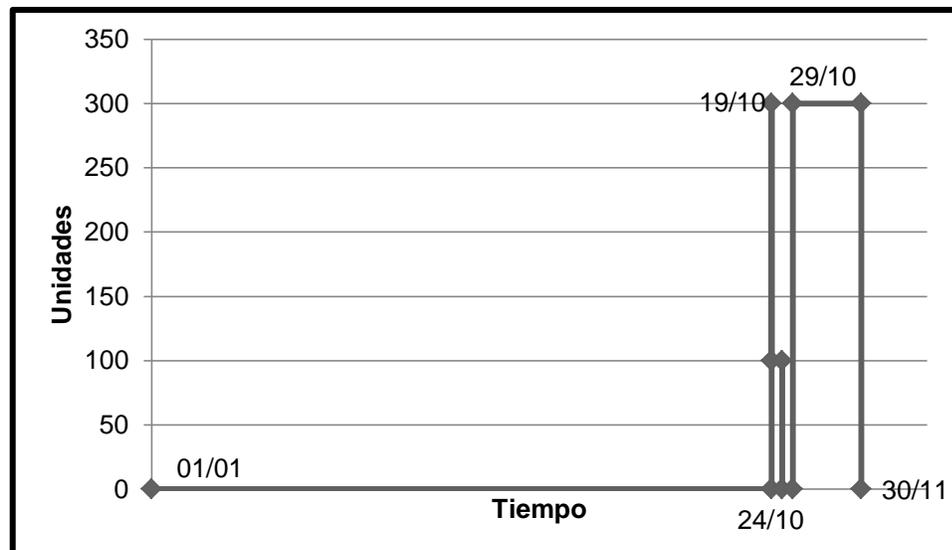
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 37. Patrón de inventario tornillo polser de 1/4" x 2"



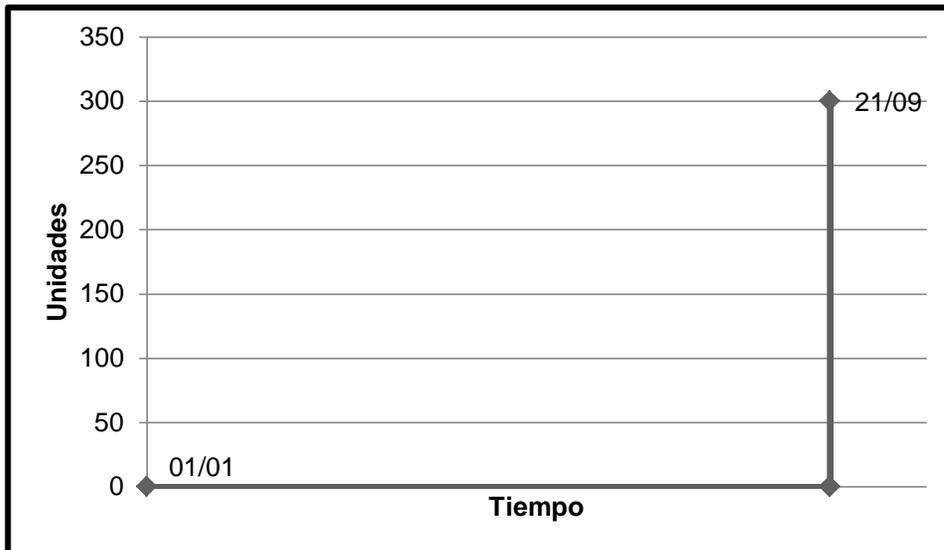
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 38. Patrón de inventario tornillo spax 2" x 1/8"



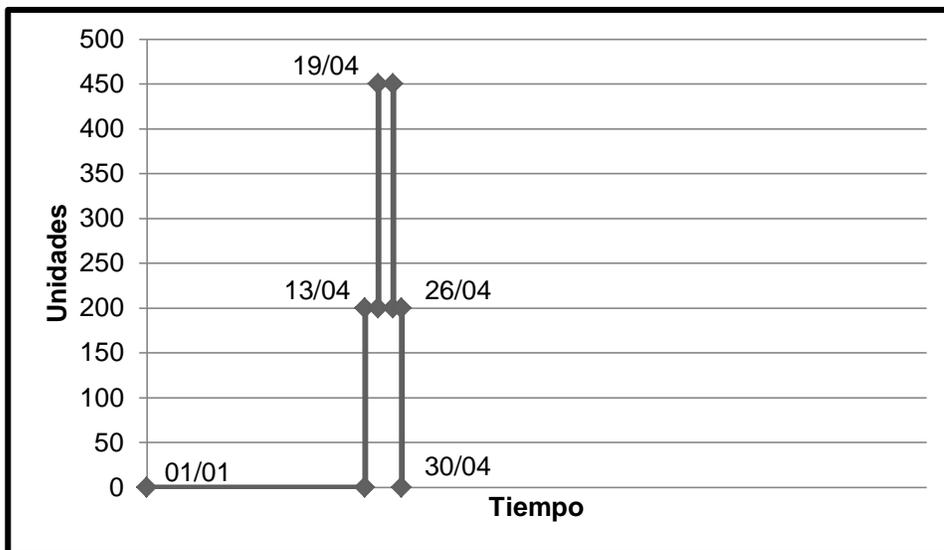
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 39. Patrón de inventario tornillo para lámina 10 x 1 1/4"



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 40. Patrón de inventario tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"



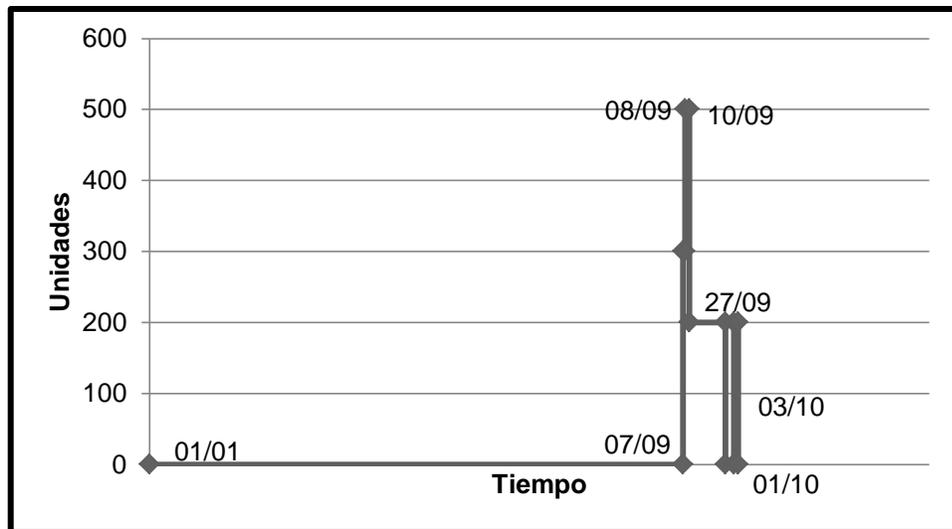
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 41. **Patrón de inventario tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50**



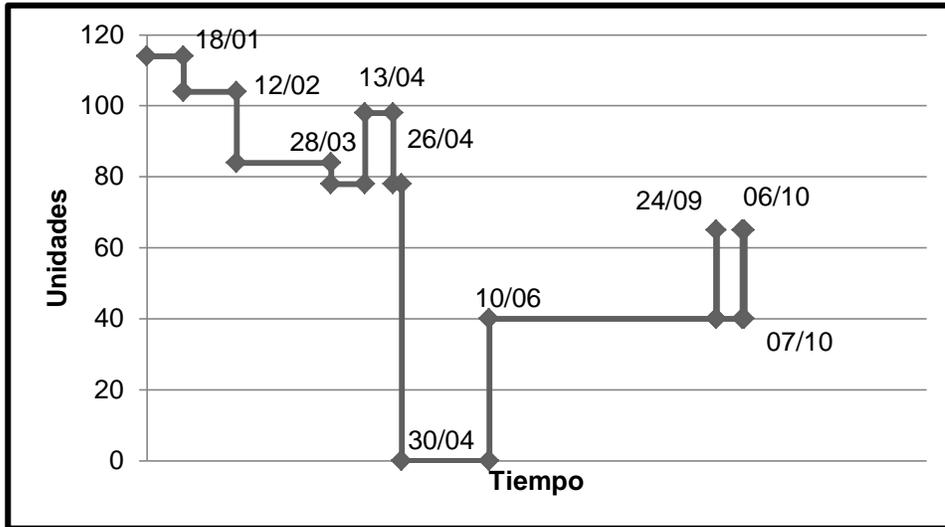
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 42. **Patrón de inventario tornillo para madera No. 8 de 1/2"**



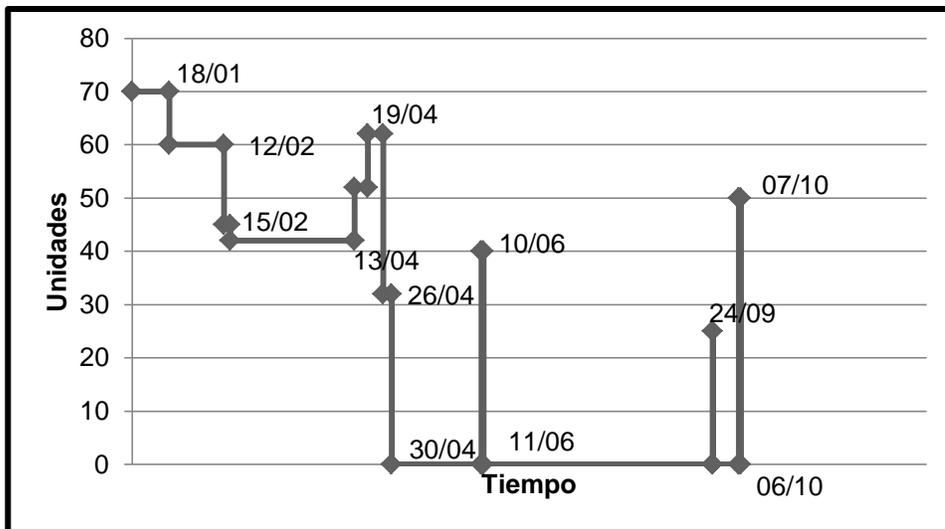
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 43. Patrón de inventario chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"



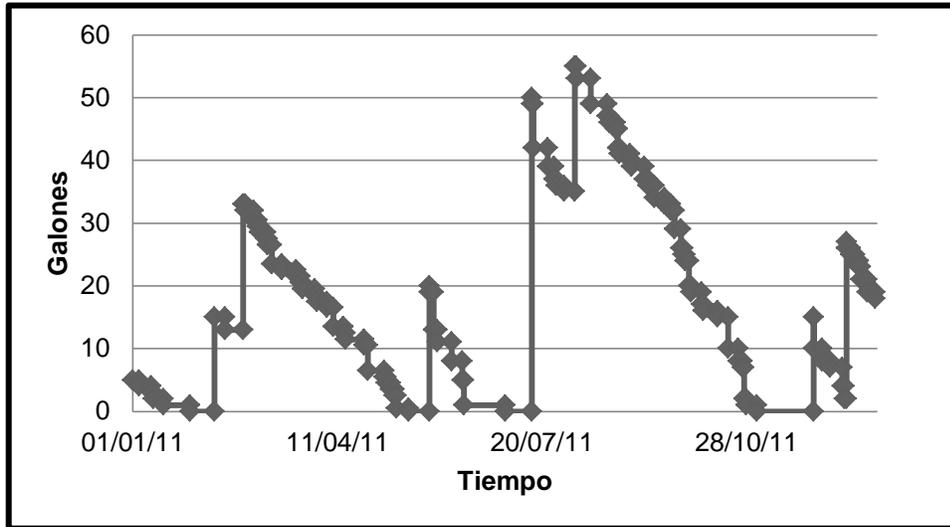
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 44. Patrón de inventario chaveta galvanizada 3/16" x 2 1/2"



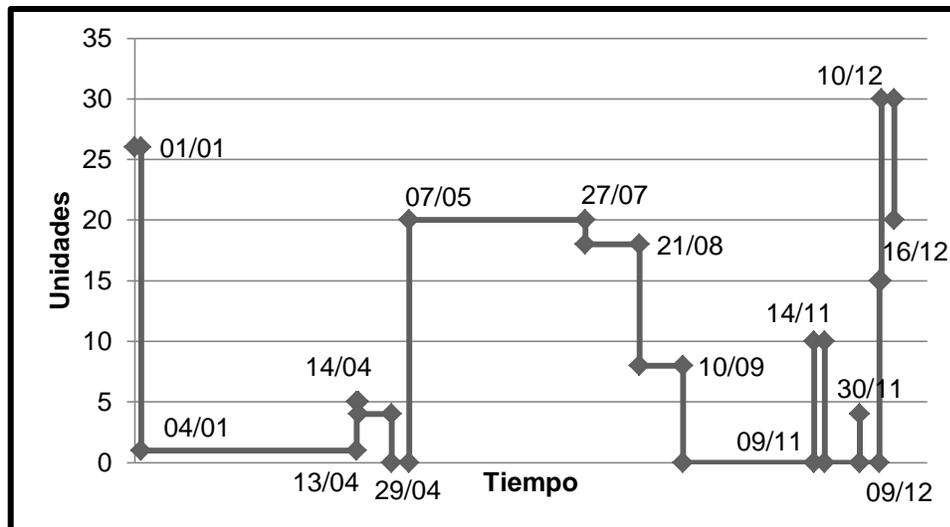
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 45. Patrón de inventario Citrus Power desengrasante



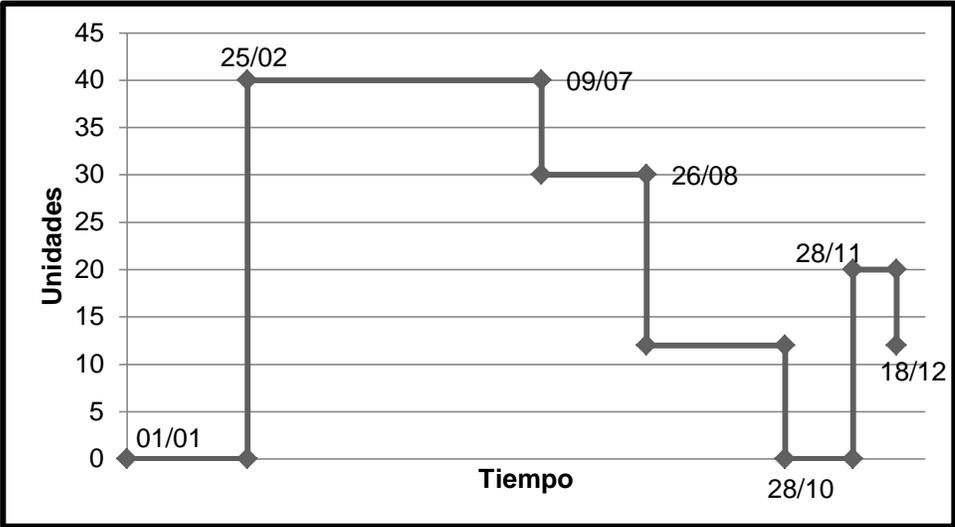
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 46. Patrón de inventario cojinete No. 6203



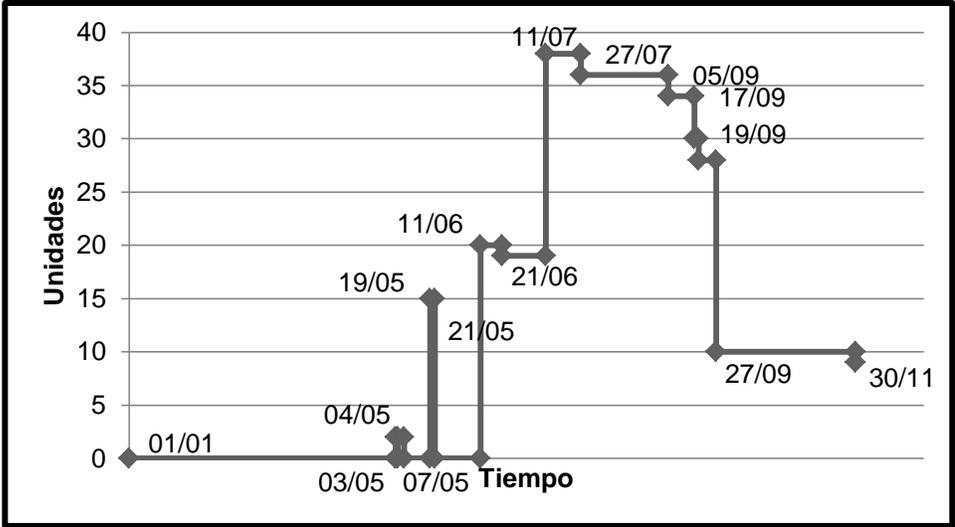
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 47. Patrón de inventario cojinete No. 6005 2RS



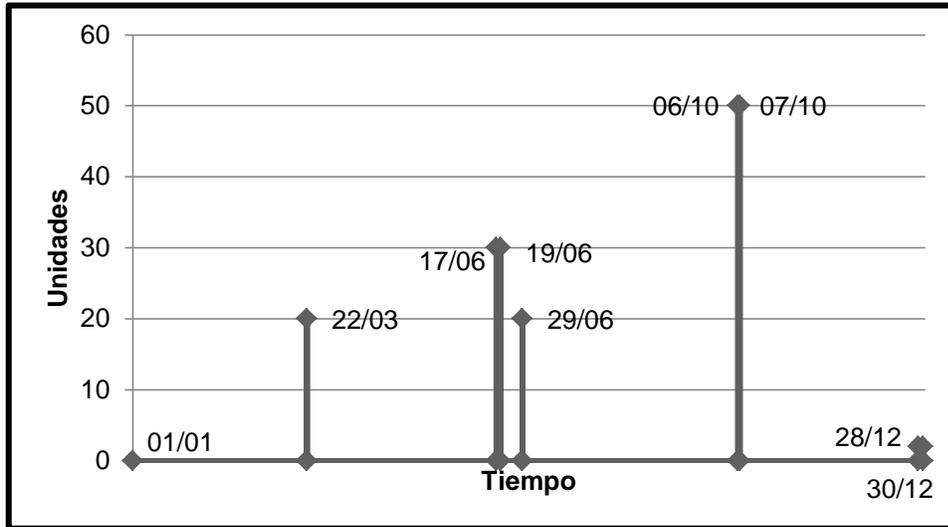
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 48. Patrón de inventario cojinete 6205



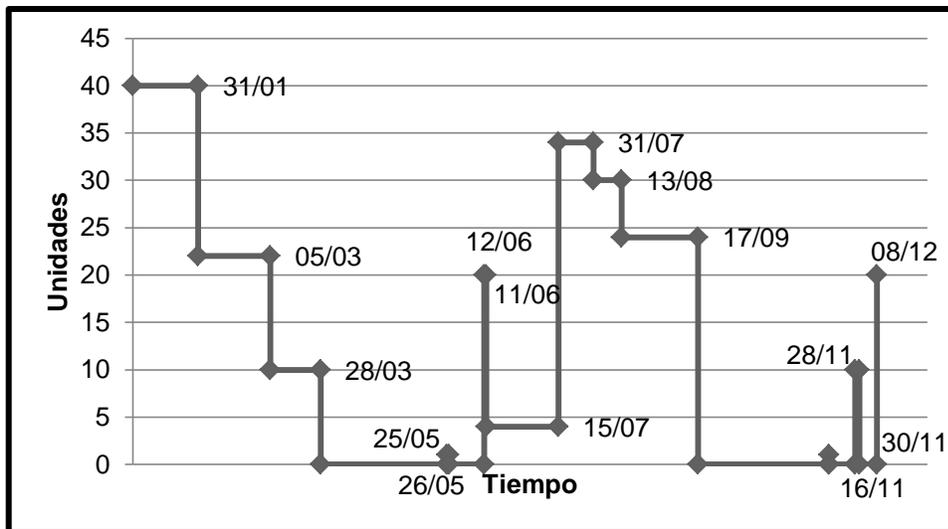
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 49. Patrón de inventario chaveta 2.5 x 25



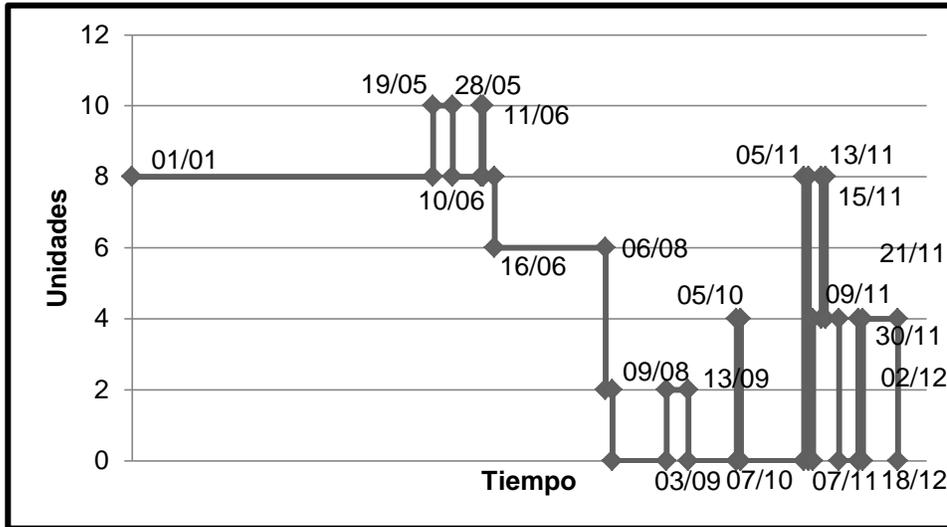
Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 50. Patrón de inventario cojinete No. 6308 2RS



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Figura 51. Patrón de inventario cojinete No. 6206



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

2.3.3.4. Pronósticos

Para establecer los pronósticos de materiales se utilizó el método de juicios personales, que consiste pronosticar en base a la experiencia, sentido común y buen juicio. Para lo cual realizó una entrevista no estructurada al gerente del Departamento de Operaciones y Mantenimiento, cuya experiencia en el ramo es sumamente amplia debido a la cantidad de años que ha laborado en dicho ámbito.

A criterio del él, la demanda de materiales para los siguientes años será estable conforme el tiempo ya que no se prevén cambios significativos en el mantenimiento de juegos. Por lo tanto la demanda anual para los siguientes años corresponderá a la descrita en la tabla LIII.

2.3.3.5. Costo de manejo de inventario

Los costos relevantes en la administración de materiales son: costo de almacenaje de inventario y costo de pedido. El primer costo se refiere a la erogación de todos los procesos y actividades efectuadas para mantener el orden, buen estado y existencia del inventario. El segundo es aquel por las actividades efectuadas en la solicitud de reaprovisionamiento de existencias.

2.3.3.5.1. Costo de almacenamiento unitario

Erogación realizada por mantener una inversión en inventario de forma unitaria. La manera en la cual se cuantifica el costo de almacenamiento unitario (CAU) es por medio del prorrateo del costo de almacenamiento total con base al área ocupada por cada uno de los materiales.

El costo de almacenamiento total lo conforman los siguientes rubros:

- Energía eléctrica consumida por la iluminación y equipo cómputo con el que cuenta de la Bodega General (EE).
- Depreciación de mobiliario y equipo (estanterías, computadoras, vehículos) así como la depreciación del inmueble (Dep.).
- Mantenimiento de instalaciones y equipo (Manto.).

Estos costos se cuantificaron en forma anual para poder realizar la asignación de costos de almacenamiento unitario a cada uno de los materiales en cuestión. En la tabla LIV se presentan las mediciones realizadas a los materiales en cuanto al área que ocupan dentro de la Bodega General.

Tabla LIV. Área ocupada por material

Código	Material	Área (m²)
19 01 0014	Empaque de hule	0,0024
21 02 0023	Aceite hidráulico Tribol 943/46	0,4500
21 02 0043	Aceite Tribol 1100/150	0,6025
21 02 0044	Aceite Tribol 1100/220	0,6886
21 02 0051	Dieltron I solvente desengrasante	0,3551
21 02 0052	Dieltron III limpia contactos	0,2511
21 02 0053	Dieltron IV	0,1614
21 02 0054	Dieltron IV desplazante de humedad	0,3551
21 02 0100	Grasa Molub Alloy 860/220-2 pail	2,2540
21 02 0109	Aceite Viscogen KL-23	0,9776
21 02 0171	Aceite optimo Viscogen KL 300	0,3946
26 08 0017	Cincho plástico de 5"	0,0036
26 08 0019	Cincho plástico de 8"	0,0039
26 08 0084	Tarugo plástico de 3/8"	0,0017
26 08 0196	Cincho plástico de 12"	0,0041
26 08 0227	Cincho plástico de 10"	0,0039
26 08 0230	Cincho plástico de 14"negro	0,0042
26 08 0236	Cincho plástico de 7"	0,0039
32 03 0009	Alambre de amarre	0,0080
33 03 0036	Remache pop de 3/16" x 3/4"	0,0022
33 03 0126	Tornillo completo No. 6 x 40	0,0069
33 03 0184	Tornillo polser de 1/4" x 2"	0,0043
33 03 0196	Tornillo spax de 2" x 1/8"	0,0069
33 03 0216	Tornillo para lámina 10 x 1 1/4"	0,0083
33 03 0226	Tornillo polser de 1 1/2" x 1/4"	0,0054
33 03 0327	Tornillo cabeza cilíndrica No. 6 x 50	0,0069
33 03 0468	Tornillo para madera No. 8 de 1 1/2"	0,0122
33 05 0116	Chaveta galvanizada de 1/4" x 2 1/2"	0,0113
33 05 0117	Chaveta galvanizada de 3/16" x 2 1/2"	0,0078
38 08 0022	Citrus Power desengrasante	0,1991
42 01 0563	Cojinete No. 6203	0,0538
42 05 0191	Cojinete No. 6005 2RS	0,0534
42 05 0206	Cojinete No. 6205	0,0745
42 05 0803	Chaveta 2.5 x 25	0,0030
42 05 2028	Cojinete No. 6308 2RS	0,0663
42 20 0256	Cojinete No. 6206	0,0702

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Para poder determinar el costo de almacenamiento unitario de forma anual se deben de realizar los siguientes cálculos:

- Energía eléctrica

$$EE = \frac{A}{\text{Área total}} * \text{Costo total EE} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

- Depreciación

$$\text{Dep.} = \frac{A}{\text{Área total}} * \text{Costo total de Dep.} \quad [\text{Ecuación 6}]$$

- Mantenimiento

$$\text{Manto.} = \frac{A}{\text{Área total}} * \text{Costo anual de Manto.} \quad [\text{Ecuación 7}]$$

- Costo de almacenamiento unitario

$$\text{CAU} = \text{EE} + \text{Dep.} + \text{Manto.} \quad [\text{Ecuación 8}]$$

Los cálculos para el empaque de hule se presentan como ejemplo. El costo de almacenamiento unitario para cada material se detalla en la tabla LV.

$$\text{EE} = \frac{0,6886}{201} * 19\ 000 = \text{Q } 65,09$$

$$\text{Dep.} = \frac{0,6886}{201} * 7\ 000 = \text{Q } 23,98$$

$$\text{Manto.} = \frac{0,6886}{201} * 2\ 015 = \text{Q } 6,90$$

$$\text{CAU} = 65,09 + 23,98 + 6,90 = \text{Q } 95,97$$

Tabla LV. **Costo de almacenamiento unitario anual por material**

Código	EE (Q)	Dep. (Q)	Manto. (Q)	CAU (Q)
19 01 0014	0,22	0,08	0,02	0,33
21 02 0023	42,54	15,67	4,51	62,72
21 02 0043	56,95	20,98	6,04	83,97
21 02 0044	65,09	23,98	6,90	95,97
21 02 0051	33,57	12,37	3,56	49,50
21 02 0052	23,74	8,75	2,52	35,00
21 02 0053	15,26	5,62	1,62	22,50
21 02 0054	33,57	12,37	3,56	49,50
21 02 0100	213,07	78,50	22,60	314,16
21 02 0109	92,41	34,05	9,80	136,26
21 02 0171	37,30	13,74	3,96	55,00
26 08 0017	0,34	0,12	0,04	0,50
26 08 0019	0,37	0,14	0,04	0,55
26 08 0084	0,16	0,06	0,02	0,24
26 08 0196	0,39	0,14	0,04	0,57
26 08 0227	0,37	0,14	0,04	0,55
26 08 0230	0,39	0,14	0,04	0,58
26 08 0236	0,37	0,14	0,04	0,55
32 03 0009	0,76	0,28	0,08	1,12
33 03 0036	0,20	0,07	0,02	0,30
33 03 0126	0,65	0,24	0,07	0,96
33 03 0184	0,41	0,15	0,04	0,60
33 03 0196	0,65	0,24	0,07	0,96
33 03 0216	0,79	0,29	0,08	1,16
33 03 0226	0,51	0,19	0,05	0,75
33 03 0327	0,65	0,24	0,07	0,96
33 03 0468	1,15	0,42	0,12	1,70
33 05 0116	1,07	0,39	0,11	1,58
33 05 0117	0,74	0,27	0,08	1,09
38 08 0022	18,82	6,93	2,00	27,75
42 01 0563	5,09	1,87	0,54	7,50
42 05 0191	5,05	1,86	0,53	7,44
42 05 0206	7,04	2,59	0,75	10,38
42 05 0803	0,28	0,10	0,03	0,42
42 05 2028	6,27	2,31	0,66	9,24
42 20 0256	6,63	2,44	0,70	9,78

* \$ 1 = Q 7,87

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.5.2. Costo fijo por ordenar

Erogación asociada con la colocación, procesamiento y recepción de pedidos, este costo se incurre cuando se desea reabastecer el inventario. Se considera fijo debido a que no presentan cambios significativos al incrementar la cantidad ordenada.

El costo fijo por ordenar (CFO) lo conforman los siguientes rubros:

- Mano de obra directa, empleada en la colocación, procesamiento y recepción de pedidos.
- Papelería empleada en la emisión de pedidos

Para la determinación de los rubros anteriormente mencionados se procedió a monitorear el proceso de emisión de pedidos para cada uno de los materiales. En primera instancia se realizó una medición del tiempo invertido en la elaboración y procesamiento del pedido. Para luego realizar una medición similar en el procedimiento de recepción de materiales. Estos dos tiempos se cuantificaron en términos monetarios mediante el salario percibido por el colaborador.

Para cada uno de los pedidos emitidos se utiliza una cantidad específica de papelería. Se realizó un monitoreo de la cantidad de impresiones necesarias para la documentación de cada uno de los pedidos de materiales. El costo fijo por ordenar se obtiene mediante la sumatoria de los costos de mano de obra y papelería y se detallan en la tabla LVI.

Tabla LVI. **Costo fijo por ordenar**

Código	Mano de obra (Q)	Papelería (Q)	CFO (Q)
19 01 0014	99,43	2,50	101,93
21 02 0023	113,64	3,00	116,64
21 02 0043	120,74	3,50	124,24
21 02 0044	99,43	4,00	103,43
21 02 0051	92,33	3,50	95,83
21 02 0052	92,33	4,50	96,83
21 02 0053	99,43	4,00	103,43
21 02 0054	99,43	3,50	102,93
21 02 0100	85,23	3,50	88,73
21 02 0109	134,94	3,50	138,44
21 02 0171	71,02	3,00	74,02
26 08 0017	120,74	2,50	123,24
26 08 0019	92,33	3,00	95,33
26 08 0084	106,53	3,00	109,53
26 08 0196	85,23	3,00	88,23
26 08 0227	127,84	3,50	131,34
26 08 0230	99,43	4,00	103,43
26 08 0236	113,64	4,00	117,64
32 03 0009	78,13	4,50	82,63
33 03 0036	85,23	5,00	90,23
33 03 0126	99,43	3,50	102,93
33 03 0184	120,74	3,00	123,74
33 03 0196	85,23	3,50	88,73
33 03 0216	85,23	4,00	89,23
33 03 0226	78,13	4,00	82,13
33 03 0327	92,33	3,00	95,33
33 03 0468	99,43	2,50	101,93
33 05 0116	92,33	3,50	95,83
33 05 0117	71,02	3,50	74,52
38 08 0022	99,43	3,00	102,43
42 01 0563	120,74	2,50	123,24
42 05 0191	113,64	2,50	116,14
42 05 0206	113,64	3,50	117,14
42 05 0803	99,43	2,50	101,93
42 05 2028	99,43	3,00	102,43
42 20 0256	99,43	2,50	101,93

* \$ 1 = Q 7.87

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

2.3.3.6. Agotamiento

Porcentaje máximo de ocasiones en las cuales el inventario se puede agotar. Especifica la cantidad de tiempo en las que el inventario no puede satisfacer la demanda. Este porcentaje se especifica mediante el nivel de importancia que tiene cada uno de los materiales. Los porcentajes de agotamiento para los materiales seleccionados se especifican en la tabla LVII.

2.3.3.7. Modelo de inventario propuesto

Para realizar el rediseño de la planificación de manejo de inventarios se seleccionó el modelo de cantidad a ordenar en punto de reorden, con demanda probabilística debido a que es el modelo que se acopla mejor a las necesidades de la Institución. Este sistema de inventario opera en forma continua con múltiples periodos repetidos o ciclos; el inventario puede llevarse de un periodo al siguiente. Siempre que la posición del inventario alcanza el punto de reorden, se coloca un pedido por Q unidades. Debido a que la demanda es probabilística, no puede determinar anticipadamente el tiempo en que se alcanzará el punto de reorden, tiempo entre pedidos y el tiempo en que el pedido de Q unidades llegará al inventario.

El inventario disminuye a una tasa no constante basada en la demanda probabilística. Se coloca un pedido nuevo siempre que se alcance el punto de reorden. A veces la cantidad a ordenar Q unidades llegará antes que el inventario se agote; sin embargo en otras ocasiones, una demanda mayor causará un agotamiento antes que se reciba un nuevo pedido.

Para el desarrollo de este modelo de inventario se debe de determinar para cada uno de los materiales la demanda anual (D), media de forma

mensual (μ) y su variabilidad (σ), costo de almacenamiento unitario (CAU), costo fijo por ordenar (CFO) y el porcentaje de agotamiento (AG). Estas variables de entrada se encuentran definidas en este documento con anterioridad.

Teniendo las variables de entrada previamente definidas y mediante la aplicación del modelo de inventario seleccionado se pueden determinar los indicadores de inventario tales como cantidad óptima de pedido (Q), punto de reorden (R), *stock* de seguridad (SS), costo de mantener inventario normal (CMIN), costo de mantener *stock* de seguridad (CMSS), costo por pedir (CP) y costo total de manejo de inventario (CT). Dichos indicadores se describen a continuación:

- Cantidad óptima de pedido (Q)

Se define como la cantidad a ordenar cuando se reabastece el inventario que minimiza los costos de mantener y ordenar. Se define por medio de la siguiente expresión:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot CFO}{CAU}} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

- Punto de reorden (R)

Posición del inventario que determina el momento exacto en el que se debe de colocar un nuevo pedido. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$R = \mu + z\sigma \quad \text{[Ecuación 10]}$$

El valor de z representa la cantidad de desviaciones estándar necesarias para obtener la probabilidad de agotamiento aceptable y se obtiene de la tabla de probabilidades acumuladas de la distribución normal estándar (anexos). Los valores de z utilizados en los cálculos según el porcentaje de agotamiento se detallan en la tabla LVII.

- *Stock* de seguridad (SS)

Inventario mantenido para reducir la cantidad de agotamientos resultantes de una demanda mayor a la esperada. Se define mediante la siguiente expresión:

$$SS = R - \mu \quad \text{[Ecuación 11]}$$

- Costo de mantener inventario normal (CMIN)

Costo asociado al almacenamiento del inventario promedio durante un periodo de tiempo específico (anual).

$$CMIN = \frac{Q}{2} * CAU \quad \text{[Ecuación 12]}$$

- Costo de mantener *stock* de seguridad (CMSS)

Representa el costo de almacenamiento de inventario de seguridad durante un periodo de tiempo determinado (anual).

$$CMSS = SS * CAU \quad \text{[Ecuación 13]}$$

- Costo por pedir (CP)

Representa el costo total por pedidos realizados durante un periodo de tiempo determinado (anual).

$$CP = \frac{D}{Q} * CFO \quad \text{[Ecuación 14]}$$

- Costo total de manejo de inventario (CT)

$$CT = CMIN + CMSS + CP \quad \text{[Ecuación 15]}$$

El cálculo de indicadores se realizará por medio de una hoja electrónica que permita introducir las variables de entrada y que automáticamente se calculen los indicadores de inventario, una vez definido los mismos se debe controlar el nivel de existencias para cuando se alcance el punto de reorden colocar un pedido de Q unidades manteniendo un *stock* de seguridad, con lo cual los costos de manejo de inventario se minimizan.

El cálculo de los indicadores de inventario para el empaque de hule se presenta como ejemplo para el resto de materiales. Para este caso se tiene una demanda de 400 unidades en un año, teniendo un costo fijo por colocar un pedido de Q 101,93 y un costo de almacenamiento unitario igual a Q 0,33. Por lo tanto la cantidad óptima de pedido se define mediante el siguiente cálculo:

$$Q = \sqrt{\frac{2(400)(101,93)}{0,33}} = 497,09 \cong 497 \text{ unidades}$$

Cada vez que se reabastece el inventario se deben de pedir 497 unidades.

Para determinar el momento en que se debe de colocar el pedido se determina el punto de reorden, teniendo en cuenta la media de forma mensual, la desviación estándar y el porcentaje de agotamiento, que para este caso es de 33,33 unidades, 100,75 unidades y 5 % respectivamente. El porcentaje de agotamiento sirve para determinar el valor z, si es del 5 % el valor z asignado es de 1,645, si es del 10 % z es igual a 1,282, si es del 15 % z es igual a 1,036, si es del 20 % z es igual a 0,842, si es del 25 % z es igual a 0,674, si es del 30 % z es igual a 0,524. El punto de reorden se determina mediante el siguiente cálculo:

$$R = 33,33 + 1,645(100,75) = 199,06 \cong 199 \text{ unidades}$$

Se debe de reabastecer el inventario cuando este alcance un nivel de 199 unidades. Teniendo el punto de reorden y la media mensual se puede determinar el *stock* de seguridad mediante el siguiente cálculo:

$$SS = 199,06 - 33,33 = 165,73 \cong 166 \text{ unidades}$$

Se debe de mantener un *stock* de seguridad de 166 unidades para hacer frente a las situaciones donde la demanda sea mayor a la prevista. Los costos mínimos asociados al manejo de inventarios se definen mediante los siguientes cálculos:

$$C_{MIN} = \frac{497}{2} * 0,33 = Q 82,01$$

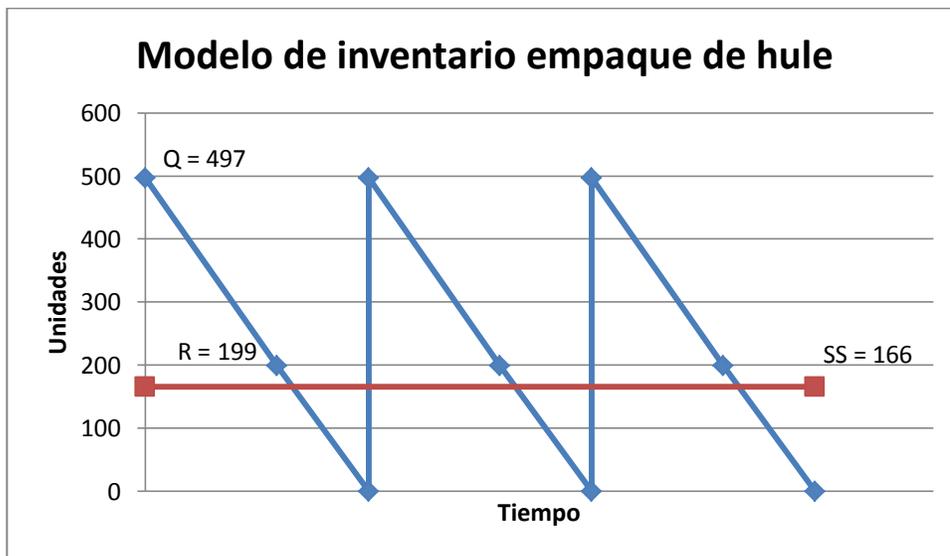
$$C_{MSS} = 166 * 0,33 = Q 54,78$$

$$C_P = \frac{400}{497} * 101,93 = Q 82,04$$

$$C_T = 82,01 + 54,78 + 82,04 = Q 218,82$$

El costo total de manejo de inventario es equivalente a Q 218,82 que representa la menor inversión posible.

Figura 52. **Modelo de inventario empaque de hule**



Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

En la figura 52 se puede observar la manera en que se debe de comportar de forma teórica el inventario del empaque de hule a lo largo del tiempo, teniendo presente que cada vez que el inventario alcance un nivel de 199 unidades se deben de pedir 497 unidades manteniendo un *stock* de seguridad de 166 unidades.

En la tabla LVII se presentan los indicadores de inventario para cada uno de los materiales.

Tabla LVII. **Indicadores de inventario**

Código	AG (%)	Q	R	SS	Unidad
19 01 0014	5	497	199	166	Unidad
21 02 0023	20	11	5	2	Galones
21 02 0043	15	13	8	3	Galones
21 02 0044	30	8	5	3	Galones
21 02 0051	5	6	3	2	Galones
21 02 0052	15	22	14	7	Unidad
21 02 0053	5	16	5	3	Unidad
21 02 0054	5	7	4	3	Unidad
21 02 0100	5	2	1	1	Unidad
21 02 0109	5	3	1	1	Galones
21 02 0171	15	9	5	3	Unidad
26 08 0017	5	662	260	186	Unidad
26 08 0019	5	610	301	211	Unidad
26 08 0084	5	1294	512	359	Unidad
26 08 0196	5	632	266	158	Unidad
26 08 0227	5	515	135	89	Unidad
26 08 0230	5	672	295	189	Unidad
26 08 0236	5	566	203	141	Unidad
32 03 0009	5	259	113	75	Libras
33 03 0036	5	894	456	345	Unidad
33 03 0126	5	232	140	119	Unidad
33 03 0184	5	454	206	164	Unidad
33 03 0196	5	333	242	192	Unidad
33 03 0216	15	215	115	90	Unidad
33 03 0226	15	314	172	135	Unidad
33 03 0327	15	244	115	90	Unidad
33 03 0468	30	290	137	79	Unidad
33 05 0116	5	149	61	46	Unidad
33 05 0117	5	167	54	37	Unidad
38 08 0022	20	33	17	5	Galones
42 01 0563	10	49	16	10	Unidad
42 05 0191	10	39	12	8	Unidad
42 05 0206	10	34	15	11	Unidad
42 05 0803	5	243	42	32	Unidad
42 05 2028	10	48	20	12	Unidad
42 20 0256	10	30	11	7	Unidad

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

Mediante la determinación y aplicación de los indicadores de inventario la Institución puede realizar de forma correcta la planificación, control y toma de decisiones en lo que se refiera a la gestión de inventarios. Estos parámetros son de suma importancia en la determinación de la cantidad a pedir y el momento en el cual se reabastece el inventario, tienen incidencia importante en mejorar el control de inventarios ya que se revisan de forma constante los niveles de inventario por lo que se tiene un mayor control de las existencias, ayudan a la gerencia en la toma de decisiones para la optimización de los recursos.

El correcto manejo de los indicadores permitirá al Parque reducir en forma significativa los paros no programados en juegos electromecánicos por fallas mecánicas y/o eléctricas cuya reparación sea afectada por la falta de suministros, debido a que se tendrá la plena garantía que se cuenten con los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo de las atracciones, esta reducción en paros se traduce en el incremento en los ingresos para la Institución.

Por otro lado se tendrá una mejor planificación de las actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo dentro de la sección de juegos electromecánicos debido a que se contará en todo momento con las existencias necesarias para realizar este tipo de mantenimientos, cumpliendo a cabalidad con los programas de mantenimiento.

Tabla LVIII. **Costos asociados al manejo de inventarios**

Código	CMIN (Q)	CMSS (Q)	CP (Q)	CT (Q)
19 01 0014	82,01	54,78	82,04	218,82
21 02 0023	344,96	125,44	371,13	841,53
21 02 0043	545,81	251,91	525,63	1 323,35
21 02 0044	383,88	287,91	387,86	1 059,65
21 02 0051	148,50	99,00	159,72	407,22
21 02 0052	385,00	245,00	396,12	1 026,12
21 02 0053	180,00	67,50	174,54	422,04
21 02 0054	173,25	148,50	176,45	498,20
21 02 0100	314,16	314,16	310,56	938,88
21 02 0109	204,39	136,26	184,59	525,24
21 02 0171	247,50	165,00	254,96	667,46
26 08 0017	165,50	93,00	165,69	424,19
26 08 0019	167,75	116,05	168,00	451,80
26 08 0084	155,28	86,16	155,32	396,76
26 08 0196	180,12	90,06	180,09	450,27
26 08 0227	141,63	48,95	141,54	332,12
26 08 0230	194,88	109,62	194,85	499,35
26 08 0236	155,65	77,55	155,88	389,08
32 03 0009	145,04	84,00	145,16	374,20
33 03 0036	134,10	103,50	134,23	371,83
33 03 0126	111,36	114,24	110,92	336,52
33 03 0184	136,20	98,40	136,28	370,88
33 03 0196	159,84	184,32	159,87	504,03
33 03 0216	124,70	104,40	124,51	353,61
33 03 0226	117,75	101,25	117,70	336,70
33 03 0327	117,12	86,40	117,21	320,73
33 03 0468	246,50	134,30	246,04	626,84
33 05 0116	117,71	72,68	118,34	308,73
33 05 0117	91,02	40,33	91,48	222,82
38 08 0022	457,88	138,75	471,80	1 068,42
42 01 0563	183,75	75,00	186,12	444,87
42 05 0191	145,08	59,52	142,94	347,54
42 05 0206	176,46	114,18	172,26	462,90
42 05 0803	51,03	13,44	51,17	115,64
42 05 2028	221,76	110,88	217,66	550,30
42 20 0256	146,70	68,46	142,70	357,86

* \$1 = Q 7,87

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

En la tabla LVIII se presentan los costos asociados al manejo de inventarios. Al registrar y aplicar correctamente los indicadores de inventario se obtienen una serie de beneficios importantes para la Institución en cuanto a erogaciones económicas ya que se minimizan los costos asociados al manejo del inventario aumentando su rentabilidad.

La minimización de estos costos sucede cuando los costos fijos (costo por pedir) se interceptan con los costos variables (costo de almacenamiento unitario) de forma gráfica. Estos costos deben de ser recopilados de forma correcta, monitoreados y analizados para la toma de decisiones dentro de la gestión de inventarios. Se debe de tener especial atención en la estimación de costos, ya que es una tarea difícil de realizar porque se debe de distribuir un costo total entre distintos materiales mediante un criterio establecido, para el caso del costo de almacenamiento unitario el criterio utilizado es el área que ocupa cada uno de los materiales y para el caso del costo por pedir el criterio utilizado es la cantidad de tiempo invertido en ordenes de pedido de materiales.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE AGUA

3.1. Diagnóstico

El diagnóstico de la situación actual se realiza por medio de herramientas de análisis, que permitan visualizar con precisión el problema, definiendo las condiciones iniciales negativas para transformarlas en condiciones finales positivas por medio de estrategias.

3.1.1. Descripción del problema

Parque Mundo Petapa semanalmente realiza actividades de limpieza que requieren del consumo de una cantidad significativa de agua. Dentro del área de juegos electromecánicos, se realizan actividades de limpieza a las atracciones, donde se ha observado una inadecuada utilización del recurso debido a prácticas del personal y a la falta de dispositivos que eviten el desperdicio de agua. Dicha problemática se centra únicamente en la sección de juegos electromecánicos.

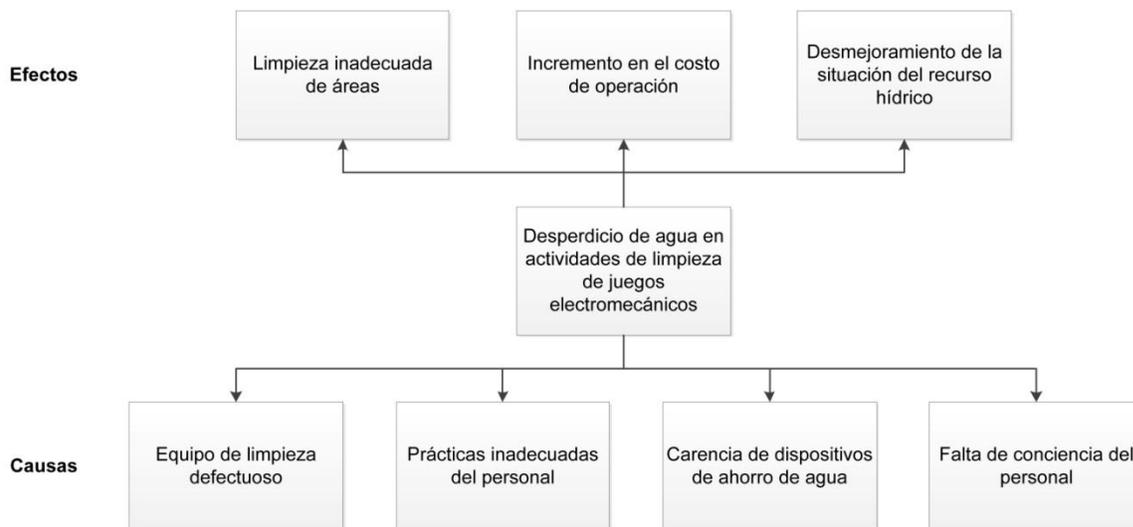
Al momento de realizar las labores de limpieza la gran mayoría de colaboradores optan por dejar encendido el grifo que abastece la manguera a lo largo de las actividades de limpieza, no importando si se utiliza o no, esto representa un incremento innecesario en el consumo de agua, generando de esta manera un aumento en los costos de mantenimiento y limpieza del Parque.

Cuando se realizan actividades de limpieza se ha observado que el personal adopta prácticas inadecuadas de limpieza, las cuales consumen una mayor cantidad de agua. La práctica principal que se ha observado es barrer con agua que consiste en limpiar el área utilizando únicamente el chorro de agua, esto hace que las actividades de limpieza no se realicen de la manera correcta debido a que no se limpia de forma adecuada el área y al mismo tiempo se estima que se gasta el doble de la cantidad de agua.

3.1.2. Árbol de problemas

Mediante esta herramienta de diagnóstico se representa el encadenamiento causa/efecto, las condiciones negativas percibidas por los involucrados en relación al problema. En la figura 53 se presenta el árbol de problemas para la situación actual.

Figura 53. Diagrama de árbol de problemas

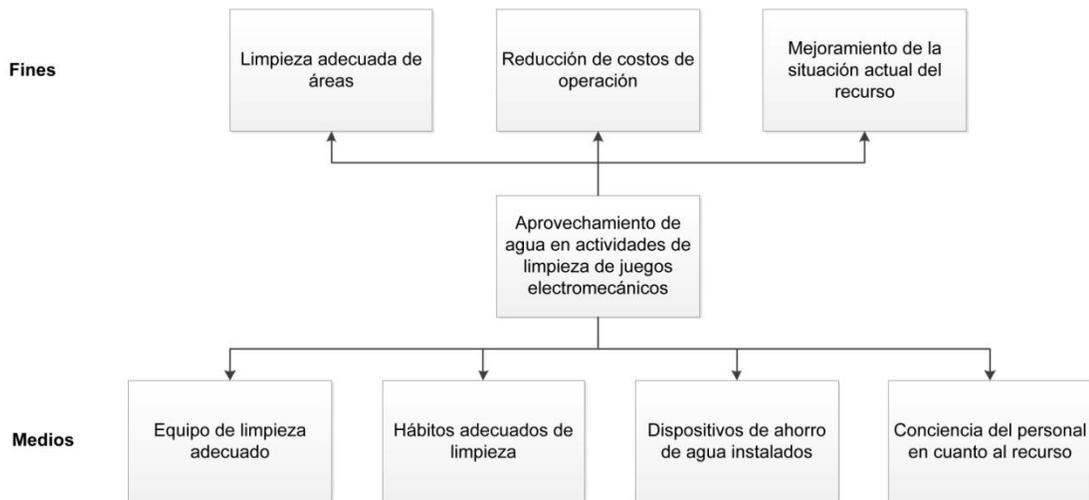


Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

3.1.3. Árbol de objetivos

Este diagrama representa la situación positiva del árbol de problemas y permite determinar las áreas de acción que plantea la situación. Para elaborarlo se partió del árbol de problemas y el diagnóstico realizado con anterioridad. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así las causas se convierten en medios y los efectos en fines. En la figura 54 se muestra el árbol de objetivos que se desea alcanzar.

Figura 54. Diagrama de árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

3.1.4. Análisis y estrategias

La problemática radica en el uso inadecuado del agua en las labores de limpieza en el área de juegos electromecánicos del parque. Este desperdicio desmedido del agua se debe principalmente a las actitudes del personal que

tiene a su cargo dichas labores. Por lo cual se plantean las siguientes estrategias:

- Identificar los juegos electromecánicos donde se exista un desperdicio considerable del recurso hídrico.
- Determinar la cantidad desperdiciada de agua desperdiciada de forma mensual en cada uno de los puntos donde se identificó la problemática. Se monitoreará el tiempo de desperdicio estimado, así como el caudal de cada uno de los equipos en cuestión.
- Cuantificar el costo que representa el desperdicio de agua en las actividades y labores de limpieza. Tomando en cuenta los costos de extracción y distribución del recurso hídrico.
- Instalar dispositivos y accesorios en los equipos identificados que permitan la reducción del consumo de agua actual.
- Concientizar al personal del área de juegos electromecánicos acerca del uso adecuado de los equipos de limpieza, para lograr una optimización en el uso del agua.
- Capacitar al personal respecto a las prácticas de limpieza que minimicen el consumo del recurso hídrico.

3.2. Descripción de situación actual

La descripción de la situación actual ayuda a tener un panorama claro de las condiciones iniciales, para partir de las mismas.

3.2.1. Instalaciones

Mundo Petapa vela por que sus instalaciones se mantengan bajo condiciones adecuadas para el correcto desenvolvimiento de sus actividades, por lo cual es necesario realizar actividades de limpieza a cada uno de las

áreas donde el visitante se moviliza, para lograr brindar un servicio de alta calidad.

El área de juegos electromecánicos tiene a su cargo la limpieza semanal de cada una de las atracciones electromecánicas. En cada uno de los 23 juegos se realiza una limpieza general los días miércoles, debido a que el parque se encuentra cerrado al público. Cada uno de los juegos cuenta con las siguientes áreas, en las cuales se realizan las actividades de limpieza:

- Área de colas o caminamiento, lugar donde los visitantes esperan para ser atendidos, compuesta por una serie de barandas.
- Plataforma, área destinada a la carga y descarga de visitantes dentro de la atracción.
- Asientos, góndolas o vagones dependiendo la atracción, lugar donde se ubican a los visitantes dentro del juego.
- Techos y paredes que conforman la atracción.
- Estructuras de obra civil que forman parte del juego electromecánico.

3.2.2. Equipo de limpieza

Para llevar a cabo las labores de limpieza se tienen a disposición mangueras, hidrolavadoras, escobas y demás enseres necesarios. Debido a que la problemática se centra específicamente en la utilización de mangueras se realizará una descripción detallada de aquellas que presenten deficiencias.

Al realizar una revisión de cada una de las mangueras con las que cuenta el área de juegos electromecánicos, se constató que la gran mayoría de las mismas se encuentran en condiciones aceptables para su funcionamiento, así mismo cuentan con dispositivos de control de caudal (pistola de lavado). Sin embargo se constató que existen un total de tres mangueras que se encuentran

en malas condiciones y que no cuentan con ningún tipo de dispositivos de control de caudal. A continuación se describen las características de cada una de los equipos en cuestión.

- Manguera 5
 - Área a la que pertenece: Plaza Arcoíris
 - Utilizada en juegos: Barón rojo, Loco Bus, Samba Ballon y Ballon Wheel
 - Material: plástico
 - $\varnothing = 3/4''$
 - Largo: 30 m
 - Terminales: hembra (dañada)

- Manguera 7
 - Área a la que pertenece: Plaza Arcoíris
 - Utilizada en juegos: El Dragón, Carrusel, Tren Río Grande, Polo Norte.
 - Material: plástico
 - $\varnothing = 3/4''$
 - Largo: 30 m (presenta fuga)
 - Terminales: hembra y macho (dañadas)

- Manguera 10
 - Área a la que pertenece: Plaza Arcoíris
 - Utilizada en juegos: Bici Mágicas, Bumpercitos, Convoy, Frisby, Los Voladores, Carros Gnomos.

- Material: plástico
- $\varnothing = 3/4''$
- Largo: 30 m (presenta fuga)
- Terminales: hembra (dañada)

En las figuras 55, 56 y 57 se ilustran las condiciones en las que se encuentran las mangueras 5, 7 y 10 respectivamente.

Figura 55. **Manguera 5**



Fuente: Juego Tren Río Grande, Parque Mundo Petapa.

Figura 56. **Manguera 7**



Fuente: Juego Tren Río Grande, Parque Mundo Petapa.

Figura 57. **Manguera 10**



Fuente: Juego Frisby, Parque Mundo Petapa.

3.2.3. Actividades de limpieza

La manera en la cual se realiza la limpieza en los juegos electromecánicos incluye las siguientes actividades:

- Lavado de pisos con agua y jabón, el colaborador debe regar el área a limpiar utilizando la manguera, seguidamente debe de enjabonar utilizando una escoba para luego des enjuagar el área. Por ultimo debe de sacar la mayor cantidad de agua posible del área para evitar que se estanque el agua.
- Limpieza de plataformas de carga y descarga, el colaborador debe encerar la plataforma metálica utilizando cera y whipe para retirar toda suciedad acumulada por el paso de los visitantes durante la operación semanal.
- Limpieza de barandales, el colaborador debe de retirar la suciedad acumulada utilizando un paño húmedo.
- Limpieza de paredes, estas se limpian únicamente cuando se observa manchas o suciedad excesiva en las mismas, el colaborador debe de utilizar agua, jabón y escoba para restregar la mancha.
- Limpieza de asientos, góndolas o vagones, el colaborador debe de realizar una limpieza utilizando cera y whipe para retirar toda la suciedad acumulada durante la operación semanal.

- Lavado de techos con agua y jabón, se realiza el mismo procedimiento que se sigue para el lavado de pisos, debido a que son áreas de similares características.

3.2.4. Desperdicio de agua

Este fenómeno sucede en el momento que el colaborador se encuentra realizando las actividades de limpieza pertinentes a su atracción, dejando encendido el grifo en todo momento aunque no se esté utilizando, lo cual representa un mayor consumo de agua. Asimismo el personal emplea ciertas técnicas de lavado que consumen una mayor cantidad de agua, se ha observado que se tiene el hábito de barrer con agua ya que se hace más fácil desplazar la suciedad utilizando la fuerza del agua.

Para cuantificar el desperdicio del recurso que se tiene actualmente se procedió a monitorear las actividades de limpieza de los juegos electromecánicos durante un periodo de dos semanas. Se registraron los tiempos totales de uso de mangueras (TA), así como los tiempos de desperdicio de agua (TD). Estos dos tiempos sirven como parámetro de comparación para determinar qué porcentaje de agua desperdiciada (PD), que se determina mediante la siguiente ecuación:

$$PD = \frac{TD}{TA} * 100 \quad \text{[Ecuación 16]}$$

El cálculo del porcentaje de agua desperdiciada para el juego Avioncitos Barón rojo se muestra a continuación como ejemplo para el resto de juegos.

$$PD = \frac{9,0}{55,0} * 100 = 16,4 \%$$

Tabla LIX. **Porcentaje de agua desperdiciada en labores de limpieza**

Juego	TA (min)	TD (min)	PD (%)
Avioncitos Barón rojo	55,0	9,0	16,4
Loco Bus	45,0	8,5	18,9
Samba Ballon	60,0	10,0	16,7
Ballon Wheel	45,0	7,9	17,6
El Dragón	61,0	11,0	18,0
Carrusel	41,0	7,0	17,1
Tren Río Grande	43,0	8,7	20,2
Polo Norte	57,0	9,0	15,8
Bici Mágica	51,0	9,5	18,6
Bumpercitos	40,0	7,6	19,0
Convoy	35,0	5,3	15,1
Frisby	41,0	7,6	18,5
Los Voladores	47,0	8,0	17,0
Carros Gnomos	42,0	7,0	16,7
Total	663,0	116,1	17,5

Fuente: elaboración propia, con base en datos de actividades de limpieza.

En la tabla LIX se especifican los tiempos de actividad, tiempos de desperdicio y porcentaje de desperdicio.

Aunado a ello se determinaron los caudales de cada una de las mangueras en cuestión, mediante la toma de los tiempos de llenado de un galón, según las muestras tomadas en el lugar aproximadamente cada 10 segundos se distribuye un galón, por lo tanto cada una de las manguareas distribuye 6 galones/minuto. La cantidad de galones desperdiciados se determina mediante la siguiente expresión:

$$CD = TD * \text{Caudal} \quad \text{[Ecuación 17]}$$

El cálculo de la cantidad desperdiciada en galones para el juego avioncitos Barón rojo se muestra a continuación como ejemplo para el resto de juegos.

$$CD = 9,0 * 6,0 = 54,0 \text{ galones}$$

Tabla LX. **Cantidad semanal de agua desperdiciada**

Juego	TD (min)	Caudal (gal/min)	CD (gal)
Avioncitos Barón rojo	9,0	6,0	54,0
Loco Bus	8,5	6,0	51,0
Samba Ballon	10,0	6,0	60,0
Ballon Wheel	7,9	6,0	47,4
El Dragón	11,0	6,0	66,0
Carrusel	7,0	6,0	42,0
Tren Río Grande	8,7	6,0	52,2
Polo Norte	9,0	6,0	54,0
Bici Mágica	9,5	6,0	57,0
Bumpercitos	7,6	6,0	45,6
Convoy	5,3	6,0	31,8
Frisby	7,6	6,0	45,6
Los Voladores	8,0	6,0	48,0
Carros Gnomos	7,0	6,0	42,0
Total			696,6

Fuente: elaboración propia, con base en datos de actividades de limpieza

En la tabla LX se presentan las cantidades de agua desperdiciadas por juego. Se tiene un desperdicio de 696,60 gal (2,47 m³) de agua de forma semanal y por lo tanto aproximadamente se desperdician mensualmente 2 616 gal (9,89 m³). Esta cifra es alarmante debido a que es una cantidad importante de agua la que se está desperdiciando debido a los malos hábitos y prácticas del personal.

3.2.5. Costo del desperdicio de agua

El desperdicio de agua se traduce en un costo incurrido por la Institución debido a la extracción y distribución de agua, ya que el parque cuenta con un suministro de agua (pozo) propio. En la actualidad se cuenta con 3 bombas

hidráulicas sumergibles que se encargan de la extracción de agua del pozo y se cuenta con otras 3 bombas hidráulicas que se encargan de la distribución de agua a todo el parque. Por lo tanto únicamente si incurre en gastos por operación de bombas hidráulicas, es decir, el costo del agua se encuentra en función a de la energía eléctrica consumida por el conjunto de bombas hidráulicas que se tienen.

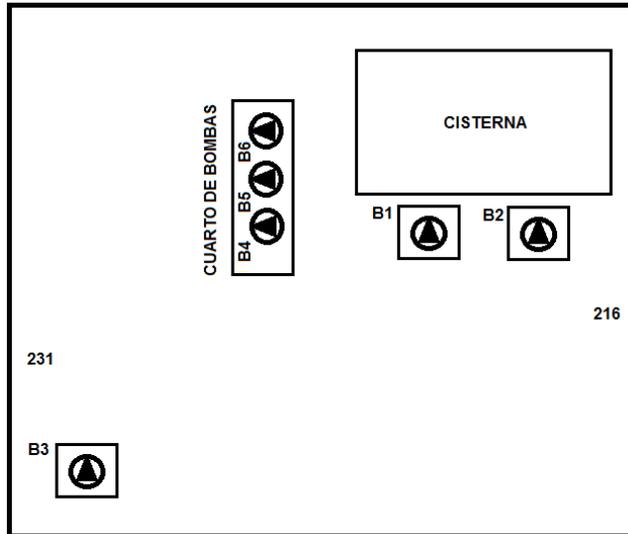
- Bombas hidráulicas sumergibles (extracción)
 - Bomba 1
 - Bomba 2
 - Bomba 3

- Bombas hidráulicas de distribución
 - Bomba 4
 - Bomba 5
 - Bomba 6

Si existe una demanda normal dentro de las instalaciones se encuentra en funcionamiento una bomba hidráulica sumergible que se encarga de la extracción y una bomba hidráulica de distribución. Ahora bien cuando se presentan picos de demanda o disminuciones repentinas de presión, el sistema automáticamente pone en funcionamiento una o dos bombas más, dependiendo de la circunstancia.

Las bombas hidráulicas dentro del Parque se encuentran distribuidas como se indica en la figura 58.

Figura 58. **Distribución de bombas hidráulicas**



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

Para determinar el costo en el que se incurre por la operación de las bombas hidráulicas tanto sumergibles como de distribución, se debe determinar la potencia real de cada uno de los motores y monitorear la cantidad de tiempo que se encuentran en operación.

La potencia real (en kW) de cada una de las bombas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{V \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8}{1\,000} \quad \text{[Ecuación 18]}$$

El cálculo de la potencia real de la bomba 1 se muestra a continuación como ejemplo para el resto de las bombas hidráulicas. (Tabla LXI).

$$P = \frac{220 * 40 * \sqrt{3} * 0,8}{1\ 000} = 12,20 \text{ kW}$$

Tabla LXI. **Potencia real de bombas hidráulicas**

Equipo	Voltaje (Voltios)	Corriente (Amperios)	Potencia (kW)
Bomba 1	220,0	40,0	12,2
Bomba 2	220,0	40,0	12,2
Bomba 3	220,0	40,0	12,2
Bomba 4	208,0	19,0	5,5
Bomba 5	208,0	15,0	4,3
Bomba 6	208,0	15,0	4,3

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Cuarto de Bombas.

Para cuantificar el consumo de energía eléctrica se procedió a monitorear la cantidad de tiempo de operación (TO) de cada una de las bombas en cuestión. El consumo de energía eléctrica se define mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = P * TO \quad \text{[Ecuación 19]}$$

Así mismo se determinaron los costos por unidad de energía consumida (kWh). El costo de operación de cada bomba se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de operación} = \text{Consumo} * \text{Costo por kWh} \quad \text{[Ecuación 20]}$$

En la tabla LXII se presentan los consumos de energía eléctrica y sus costos asociados de forma mensual. Como ejemplo se cita la bomba 1.

$$\text{Consumo} = 12,20 * 190,00 = 2\,318,00 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo de operación} = 2\,318,00 * 2,11 = \text{Q } 4\,890,98$$

Tabla LXII. **Consumo de energía eléctrica y sus costos asociados**

Equipo	Potencia (kW)	TO (h)	Consumo (kWh)	Costo por kWh (Q)	Costo total (Q)
Bomba 1	12,20	190,00	2 318,00	2,11	4 890,98
Bomba 2	12,20	160,00	1 952,00	2,14	4 177,28
Bomba 3	12,20	84,00	1 024,80	2,18	2 234,06
Bomba 4	5,50	292,00	1 606,00	2,16	3 468,96
Bomba 5	4,30	252,00	1 083,60	2,18	2 362,25
Bomba 6	4,30	124,00	533,20	2,45	1 306,34
Consumo total			8 517,60		18 439,87

* \$ 1 = Q 7,87

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Cuarto de Bombas.

Para el funcionamiento del conjunto de bombas se requieren de 8 517,60 kWh con un costo asociado de Q 18 439,87 de forma mensual. Cabe resaltar que el costo por kWh varía en relación al consumo que se tiene.

Por otro lado se estimó la cantidad de agua que se extrae y distribuye con dicha energía para poder asignar un costo a cada metro cubico consumido. Para ello se estimó el caudal de cada una de las bombas mediante mediciones realizadas en el lugar y conjuntamente con el tiempo de operación (TO) se determina el consumo de agua de manera mensual.

$$\text{Consumo} = \text{Caudal} * \text{TO} \quad \text{[Ecuación 21]}$$

En la tabla LXIII se presentan las cantidades extraídas y distribuidas de forma mensual. Como ejemplo se presenta le cálculo para la bomba 1.

$$\text{Consumo} = 14,31 * 190,00 = 2\,718,90 \text{ m}^3$$

Tabla LXIII. **Cantidades de agua extraídas y distribuidas**

Equipo	Caudal (m ³ /h)	TO (h)	Consumo (m ³)
Bomba 1	14,31	190,00	2 718,90
Bomba 2	14,31	160,00	2 289,60
Bomba 3	14,31	84,00	1 202,04
Bomba 4	7,10	292,00	2 073,20
Bomba 5	7,10	252,00	1 789,20
Bomba 6	7,10	124,00	880,40
Total			10 953,34

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Cuarto de Bombas.

Con el costo total de operación de bombas hidráulicas y la cantidad de agua asociada, se procede a la determinación del costo por metro cúbico consumido.

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{18\,439,87}{10\,953,34} = \text{Q } 1,68$$

Por medio del costo por m³ se puede cuantificar en términos monetarios el costo adicional en que se incurre por el desperdicio de agua, de la siguiente forma:

$$\text{Costo por desperdicio de agua mensual} = 9,89 * 1,68 = \text{Q } 16,62$$

En este caso el costo por metro cúbico es bajo debido a su forma de obtención, pero cabe resaltar que la cantidad de agua desperdiciada es considerable y debido a que este recurso es limitado se debe de visualizar

como una problemática de gran importancia más allá del costo que representa para la Institución.

3.3. Plan de ahorro en consumo de agua

Una vez determinadas las condiciones iniciales se procede a elaborar un plan que permita coordinar acciones, para lograr el cumplimiento de los objetivos.

3.3.1. Objetivos

- General

Reducir el consumo de agua en las actividades de limpieza de juegos electromecánicos.

- Específicos

- Instalar dispositivos que permitan el ahorro eficiente en el consumo de agua.
- Capacitar al personal en el uso adecuado del equipo y técnicas de limpieza.
- Concientizar al personal acerca de la importancia del ahorro en el consumo de agua durante las actividades de limpieza de las atracciones.
- Organizar eficientemente la distribución del equipo de limpieza.

3.3.2. Estrategias

Al analizar la problemática se determinó que la causa principal asociada al desperdicio de agua se debe a la falta de dispositivos de control de caudal, que regulan el flujo del recurso cuando no es necesario. Al mismo tiempo los hábitos y prácticas de limpieza por parte de los colaboradores deben de ser modificadas para optimizar el uso del agua. Por lo que se plantean las siguientes estrategias:

- Inclusión de nueva manguera plástica de 30 metros de largo y 3/4" de diámetro con sus respectivas terminales, para suplir la demanda en las actividades de limpieza.
- Instalación de terminales plásticas de 3/4" a 5/8" en mangueras 5, 7 y 10
- Disposición de pistolas de lavado metálicas para las mangueras 5,7,10 y 11 de 3/4", las cuales permiten controlar el flujo de agua de manera directa, permitiendo el paso del fluido únicamente cuando sea necesario y se traduce en la reducción de los niveles de consumo de agua.
- Explicar de forma clara y precisa la forma en la cual se deben de almacenar los equipos de limpieza, identificando los hábitos de limpieza correctos de los incorrectos para el ahorro de agua.
- Realizar una redistribución del equipo de limpieza estableciendo el horario de uso de cada uno de los equipos.

3.3.3. Actividades

- Retiro de manguera (30 m x 3/4") de la Bodega General

Se contempla la inclusión de una nueva manguera debido a los problemas actuales en cuanto a distribución se refiera ya que en esta área se concentran una gran cantidad de atracciones donde las actividades de limpieza semanales ocupan una cantidad de tiempo considerable y se realizan de forma paralela. (ver figura 59).

Figura 59. **Manguera 11**



Fuente: Bodega General, Parque Mundo Petapa.

- Instalación de terminales de 3/4" a 5/8"

Consiste en cortar la parte de la manguera contigua a la terminal, quitar los tornillos de la terminal nueva para poder colocarla sobre la manguera y por ultimo colocar nuevamente los tornillos. Esto se realizó para las mangueras 5, 7 y 10. Por otro lado la reparación de la fuga de la manguera 7 se realizó de la misma manera únicamente que se conecta el juego de terminales entre sí.

Cabe resaltar que se contó con el apoyo del área de mantenimiento de obra civil para realizar el cambio de terminales (ver figura 60).

Figura 60. **Terminales de manguera**



Fuente: Bodega General, Parque Mundo Petapa.

- Colocación de las pistolas de lavado de 3/4"

Enroscar el dispositivo a las terminales de manguera previamente descritas (figura 61). Verificar que los empaques se encuentren colocados correctamente para evitar posibles fugas.

Figura 61. **Pistolas de lavado**



Fuente: Bodega General, Parque Mundo Petapa.

- Conferencia de adiestramiento acerca del uso adecuado del equipo

Se contó con la participación del personal involucrado y se hizo énfasis en el ahorro del recurso hídrico mediante los siguientes consejos prácticos:

- Al momento de almacenar el equipo de limpieza, enrollar la manguera de forma circular evitando dobleces y desenroscando la pistola de lavado.
- Revisar periódicamente el equipo (mangueras y grifos) para detectar posibles fugas y de ser así reportarlas con el supervisor correspondiente para tomar las medidas necesarias.
- No barrer con agua, en vez de ello barrer con escoba y luego limpiar con agua.
- No utilizar la manguera sin la pistola de lavado
- Evitar en la medida de lo posible dejar abierto los grifos y que así se genere el desperdicio del agua.

Al mismo tiempo se hizo un llamado a los colaboradores a ser conscientes con la utilización del agua y no hacer mal uso o desperdiciar el recurso, se instó a colaborar con el ahorro de agua en las actividades de limpieza semanal haciendo ver que no solamente es un compromiso con la institución si no que es un compromiso con el planeta, al ser más cuidadosos con la utilización del recurso.

- Redistribución de mangueras

Se realizó una redistribución de la totalidad de mangueras con las que se cuenta, debido a la demanda que presentan algunos de los equipos, ya que previamente no se tenía definido un horario para el uso de cada una de las mangueras por lo cual se generaban atrasos en las labores de limpieza y no se aprovechaban los recursos de la manera más efectiva. Al incluir una nueva manguera (manguera 11) se descarga en gran medida la demanda que sufría la manguera No. 10 por lo que las labores de limpieza se realizarán en un orden preestablecido y con un horario fijo para poder agilizar de esta manera las labores de limpieza semanales en las atracciones de Plaza Arcoíris.

En la tabla LXIV se presentan la distribución de las mangueras y su respectivo horario de uso, considerando el tiempo de utilización en cada uno de los juegos, así como la ubicación de los mismos para el traslado.

Tabla LXIV. **Redistribución de mangueras Plaza Arcoíris**

Juego	Equipo	Horario
Loco Bus	Manguera 5	08:30 – 09:30
Avioncitos Barón Rojo	Manguera 5	09:30 – 10:30
Samba Ballon	Manguera 5	10:30 – 11:30
Ballon Wheel	Manguera 5	11:30 – 12:30
El Dragón	Manguera 7	08:30 – 09:30
Carrusel	Manguera 7	09:30 – 10:30
Tren Río Grande	Manguera 7	10:30 – 11:30
Polo Norte	Manguera 10	08:30 – 09:30
Bici mágicas	Manguera 10	09:30 – 10:30
Bumpercitos	Manguera 10	10:30 – 11:30
Convoy	Manguera 11	08:30 – 09:30
Frisby	Manguera 11	09:30 – 10:30
Los Voladores	Manguera 11	10:30 – 11:30
Carros Gnomos	Manguera 11	11:30 – 12:30

Fuente: elaboración propia, con base en datos de actividades de limpieza.

3.3.4. Presupuesto

Los elementos que se necesitan para el Área de Plaza Arcoíris se encuentran almacenados en la Bodega General. El presupuesto para la ejecución de la propuesta de mejora se detalla en la tabla LXV.

Tabla LXV. **Presupuesto para la ejecución de la propuesta de mejora**

Cantidad	Elemento	Costo unitario	Costo total
1,00	Manguera de 3/4" x 100´	Q 275,00	Q 275,00
4,00	Juego de terminales plásticas para manguera de 3/4" a 5/8"	Q 17,00	Q 68,00
4,00	Pistola metálica para manguera de 3/4"	Q 45,00	Q 180,00
			Q 523,00

* \$1 = Q 7,87

Fuente: Bodega General, Parque Mundo Petapa IRTRA.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación

Este diagnóstico permite identificar la falta de conocimientos, habilidades o actitudes que provocan deficiencias en el desempeño del personal, así como acciones de capacitación que se deben de desarrollar para cubrir dichas carencias.

4.1.1. Descripción del problema

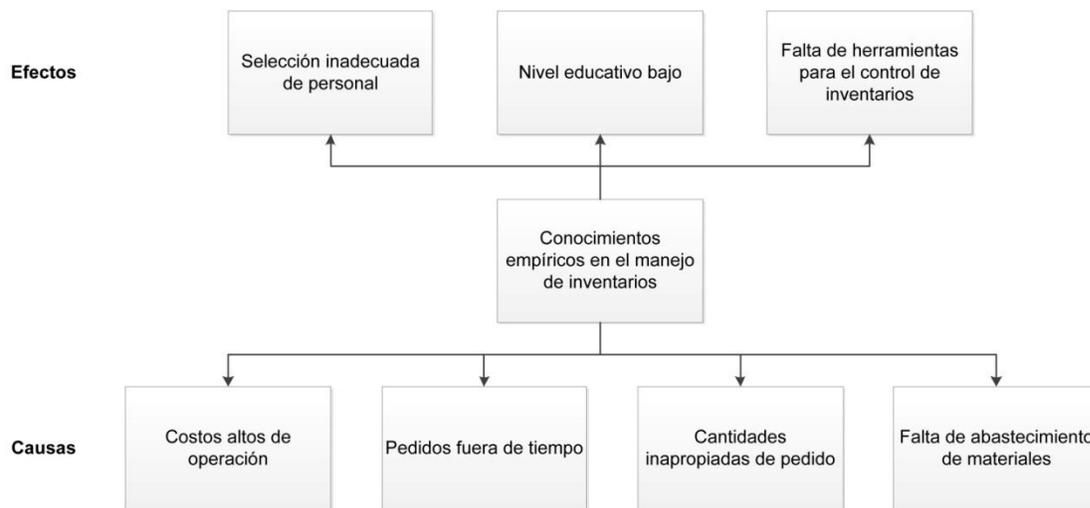
Debido al rediseño del sistema de planificación de manejo de inventarios se hace más que evidente la necesidad de capacitar al personal involucrado en la planificación y administración de inventarios, con el objetivo de implementar la propuesta de la mejor forma posible.

El conocimiento previo del personal de la Bodega General en relación a la planificación de manejo de inventarios es mínimo, debido a la forma empírica con que se realiza la misma. Debido a esta problemática en el área de planificación se encuentran las debilidades más notorias y por ello se necesita de un programa de capacitación que permita el conocimiento y aplicación del sistema de planificación de manejo de inventarios a implementar, así como otros modelos de inventarios existentes para poder hacer frente a las necesidades de la institución.

4.1.2. Árbol de problemas

Utilizando esta herramienta se puede evidenciar las causas y efectos de la problemática planteada para el presente capítulo, que se centra en la carencia de conocimientos adecuados para llevar a cabo una correcta gestión de inventarios. En la figura 62 se presenta el árbol de problemas.

Figura 62. Diagrama de árbol de problemas para aplicar capacitación



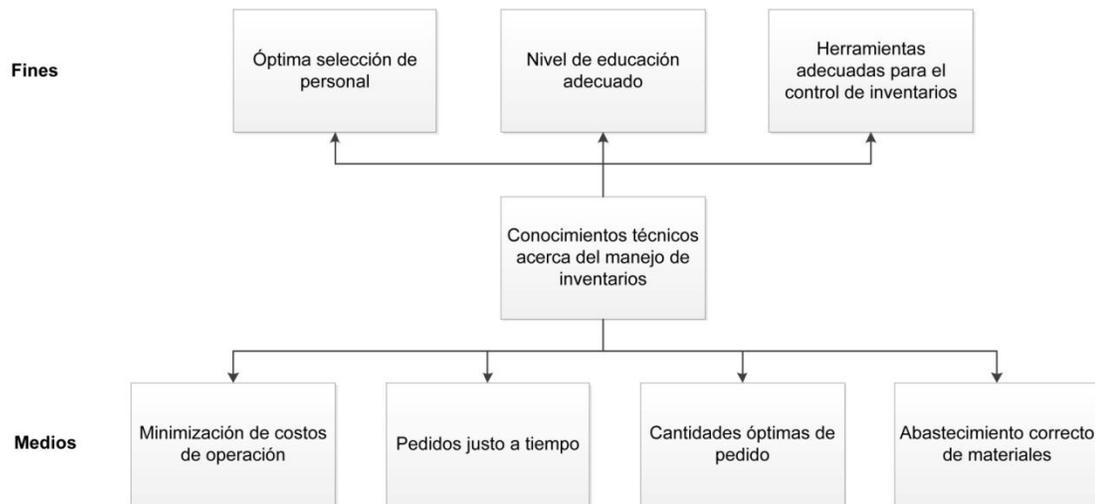
Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

4.1.3. Árbol de objetivos

Este diagrama representa la situación positiva del árbol de problemas y permite determinar las áreas de acción que plantea la situación. Para elaborarlo se partió del árbol de problemas y el diagnóstico realizado con anterioridad. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así las causas se convierten en medios y los

efectos en fines. En la figura 63 se muestra el árbol de objetivos que se desea alcanzar.

Figura 63. **Diagrama de árbol de objetivos realizar la capacitación**



Fuente: elaboración propia, con programa de SmartDraw.

4.1.4. Análisis y estrategias

Vender el método propuesto es quizás la parte más importante del proyecto. Este paso es tan importante como cualquiera de los anteriores, ya que un método que no se vende por lo general no se instala. No importa qué tan profundos sean la recopilación y análisis de datos, ni que tan ingenioso sea el método propuesto, el valor del proyecto es cero a menos que se instale y se le dé seguimiento.

Cuando alguna persona se acerca con una idea nueva, la reacción instintiva es defenderse de ella y oponerse a cualquier cambio, las personas protegen su individualidad, es natural reaccionar de esta manera, aun cuando la

nueva idea genera beneficios. La presentación del método propuesto debe incluir la toma de decisiones que llevó a la elección del diseño final y se debe de hacer hincapié en la serie de beneficios que podrían lograrse con él (reducción de costos). Por último, deben de presentarse las mejoras en cuanto a calidad y a confiabilidad que se obtendrán cuando el método mejorado haya sido instalado.

Ahora bien, para poder lograr la aceptación del método propuesto se impartirán una serie de talleres en los que se integrará la teoría con la práctica para transmitir los conocimientos necesarios y lograr realizar una correcta planificación de manejo de inventarios. Se impartirán los siguientes talleres:

- Teoría de inventarios

Se expondrá de forma general los modelos de inventario que se utilizan actualmente, de acuerdo con las necesidades que presenta la Bodega General, haciendo énfasis en el modelo de inventario propuesto (cantidad a ordenar en punto de reorden con demanda probabilística). Se especificaran los requerimientos y indicadores de inventario de cada uno de los modelos. Asimismo se afrontarán casos prácticos para lograr la comprensión del procedimiento de planificación. Esto se realizará mediante una presentación, donde los participantes podrán opinar y dar a conocer sus puntos de vista de acuerdo a conocimientos y experiencias previas.

- Uso de software planificación de manejo de inventarios (Microsoft Excel)

Esta herramienta se desarrolló con el objetivo de facilitar el proceso de planificación de manejo de inventarios, contiene los seis modelos de inventario que responden a las necesidades de la Bodega General. Se pretende instruir al

participante para que pueda determinar los datos que deben de ingresar y que realice una correcta interpretación de los resultados obtenidos, para tomar las decisiones correctas. Esto se realizará mediante la utilización del software para la resolución de casos prácticos y que los participantes observen el procedimiento de solución.

- Uso de software *Inventory theory and system WinQSB*

Se explicará de forma detallada el uso de esta herramienta, se especificará la forma en la cual se deben de determinar los datos de entrada así como la correcta interpretación de los datos de salida. Se plantea este taller debido a que existen algunos modelos de inventario que no contemplan en el taller anterior. La manera en la cual se realizará el mismo es mediante un manual de uso de este programa elaborado por mí, en el cual se especifica la forma en se debe de realizar los procedimientos para lograr la solución de problemas.

4.2. Programa de capacitación

El programa de capacitación tiene como objetivo explicar los propósitos formales e informales de la capacitación y las condiciones en las que se desarrollará. El programa debe responder tanto a las demandas organizacionales como a las demandas de los colaboradores. El presente programa define claramente el plan que norme y conduzca explícitamente el proceso de la fase de enseñanza-aprendizaje y se encuentra detallado en la figura 64.

4.2.1. Taller: Teoría de inventarios

- Descripción:

En este taller se expondrán de manera práctica y sencilla todos los aspectos que conforman la teoría de inventarios. Se resaltarán la importancia de realizar una planificación para el manejo de pedidos y se explicarán a detalle cada uno de los modelos de inventario de manera teórica y mediante casos de estudio se realizará de forma práctica, esto para que el participante pueda interpretar los indicadores de inventario en relación a cuanto pedir y en qué momento realizar el pedido.

- Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el taller el participante será capaz de:

- Identificar las características y elementos que fundamentan cada uno de los modelos de inventario.
 - Aplicar los conocimientos adquiridos en el planteamiento, análisis y solución de problemas profesionales.
 - Integrar y crear equipos interdisciplinarios en el proceso de toma de decisiones.
- Dirigido a: jefes de área del Departamento de Operaciones y Mantenimiento, personal de la Bodega General.

- Contenido:
 - Definiciones básicas: inventario, tipos de inventario y criterios para la administración de inventarios.
 - Demanda: determinística y probabilística
 - Modelos de inventario
 - ✓ Modelos determinísticos
 - ❖ Lote económico a ordenar
 - ❖ Escasez planeada
 - ❖ Descuentos por volumen
 - ✓ Modelos probabilísticos
 - ❖ Un solo período
 - ❖ Cantidad a ordenar en punto de reorden
 - ❖ Revisión periódica
- Duración: 8 días
- Frecuencia: 2 horas por día
- Metodología: docencia directa y estudio de casos de aplicación.

4.2.2. Taller: Uso de software planificación de manejo de inventarios (Microsoft Excel)

- Descripción:

Este taller se enfocará en dar a conocer el funcionamiento del software planificación de inventarios, se explicará en forma detallada los datos que se deben de ingresar y la manera en cómo se deben de determinar para cada uno

de los modelos de inventario. Asimismo se definirán los indicadores de inventario que el software calcula automáticamente, con el fin de que el participante pueda interpretarlos de forma correcta. Esta herramienta se elaboró con el objetivo de reducir el tiempo invertido para la planificación de manejo de inventarios.

- Objetivos de aprendizaje:

Al finalizar el taller el participante será capaz de:

- Identificar y cuantificar las variables de entrada
 - Seleccionar el modelo de inventario correcto para la solución de problemas reales.
 - Plantear modelos propios para aplicarlos en la resolución de problemas, utilizando el razonamiento deductivo.
- Dirigido a: personal de la Bodega General
 - Contenido:
 - Lote económico a ordenar
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Costo de almacenamiento unitario
 - ❖ Costo por pedido
 - ❖ Tiempo de espera de pedido
 - ❖ Número de días laborados

- ✓ Datos de salida
 - ❖ Cantidad optima de pedido
 - ❖ Nivel de inventario promedio
 - ❖ Punto de reorden
 - ❖ Tiempo de ciclo
 - ❖ Número de ordenes por periodo
 - ❖ Costo de mantener
 - ❖ Costo de ordenar
 - ❖ Costo total

- Escasez planeada
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Costo de almacenamiento unitario
 - ❖ Costo por pedido
 - ❖ Costo por faltante unitario
 - ❖ Número de días laborados

 - ✓ Datos de salida
 - ❖ Cantidad optima de pedido
 - ❖ Pedidos pendientes de surtir
 - ❖ Inventario máximo
 - ❖ Inventario promedio
 - ❖ Tiempo de ciclo
 - ❖ Promedio de pedidos pendientes de surtir
 - ❖ Costo de mantener
 - ❖ Costo de ordenar
 - ❖ Costo de pedidos pendientes de surtir
 - ❖ Costo total

- Volumen por descuentos
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Costo de almacenamiento unitario
 - ❖ Costo por pedido
 - ❖ Descuentos por volumen
 - ❖ Tiempo de espera de pedido
 - ❖ Número de días laborados

 - ✓ Datos de salida
 - ❖ Cantidad optima de pedido
 - ❖ Punto de reorden
 - ❖ Número de ordenes por periodo
 - ❖ Inventario máximo
 - ❖ Inventario promedio
 - ❖ Costo de mantener
 - ❖ Costo de ordenar
 - ❖ Costo de material
 - ❖ Costo total

- Un solo período
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Costo por excedente
 - ❖ Costo por escasez

 - ✓ Datos de salida
 - ❖ Media
 - ❖ Desviación estándar

- ❖ Probabilidad
- ❖ Cantidad optima de pedido
- Cantidad a ordenar en punto de reorden
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Costo de almacenamiento unitario
 - ❖ Costo por pedido
 - ❖ Porcentaje sin agotamiento
 - ✓ Datos de salida
 - ❖ Media
 - ❖ Desviación estándar
 - ❖ Cantidad optima de pedido
 - ❖ Punto de reorden
 - ❖ Inventario de seguridad
 - ❖ Costo de mantener inventario normal
 - ❖ Costo de mantener inventario de seguridad
 - ❖ Costo de ordenar
 - ❖ Costo total
- Revisión periódica
 - ✓ Datos de entrada
 - ❖ Demanda
 - ❖ Inventario disponible en el periodo revisado
 - ❖ Porcentaje sin agotamiento
 - ✓ Datos de salida
 - ❖ Media

- ❖ Desviación estándar
- ❖ Nivel máximo
- ❖ Cantidad optima de pedido

- Duración: 11 días
- Frecuencia: 3 horas por día
- Metodología: docencia directa.

4.2.3. Taller: Uso de software *Inventory theory and system WinQSB*

- Descripción:

Se explicará en forma detallada y precisa la forma en la cual se debe de utilizar esta herramienta con el objetivo de realizar la planificación de materiales de otros modelos de inventario que no contempla en software de planificación de manejo de inventarios (Microsoft Excel). Se especificarán los datos de entrada necesarios para cada uno de los modelos de inventario propuestos y la forma en que se deben de determinar para su ingreso. Además se informará acerca de la interpretación de resultados que calcula automáticamente dicha herramienta.

- Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el taller el participante será capaz de:

- Identificar y cuantificar las variables de entrada
- Seleccionar el modelo de inventario correcto para la solución de problemas reales.

- Plantear modelos propios para aplicarlos en la resolución de problemas, utilizando el razonamiento deductivo.
- Dirigido a: personal de la Bodega General
- Contenido:
 - Pasos Básicos
 - ✓ Acceso
 - ✓ Crear nuevo archivo
 - ✓ Guardar archivo
 - ✓ Cargar archivo
 - Modelos de inventario
 - ✓ Selección de modelo de inventario
 - ✓ Datos de entrada para cada modelo
 - ✓ Indicadores de inventario para cada modelo
 - ✓ Solución de modelos
 - ✓ Gráfica de costos
 - ✓ Patrón de inventario
- Duración: 7 días
- Frecuencia: 4 horas por día
- Metodología: docencia directa

4.2.4. Cronograma de actividades

Las actividades del programa de capacitación se desarrollaron siguiendo un cronograma de actividades previamente establecido (ver figura 64).

de inventario propuesto para el rediseño del sistema de planificación de manejo de inventarios.

Seguidamente se realizó el segundo taller uso de software planificación de manejo de inventarios (Microsoft Excel). En este taller se instruyó la forma en la que se deben de recabar los datos de entrada, principiando por la cuantificación de las cantidades demandadas, realización de patrones de inventario, determinación de costos de almacenamiento (unitarios) y costos de pedido. Así mismo se explicó la forma en la cual se deben de interpretar los datos de salida, principalmente la cantidad óptima de pedido y el punto de reorden que determinan la funcionalidad del sistema de planificación de manejo de inventario.

Se hizo énfasis en la realización de revisiones continuas al inventario para monitorear el momento en el cual se produce el punto de reorden, esto quiere decir que el personal de la Bodega General debe monitorear en el sistema de inventario computarizado S400 la cantidad de existencias y tener presente el punto de reorden.

Por último se llevó a cabo el taller uso de software *Inventory theory and system WinQSB*. Se instruyó en la forma en la que se debe de utilizar el programa para realizar la planificación de manejo de inventarios de los modelos que no contempla el taller anterior. Se realizó de la misma forma en la que se desarrolló el taller anterior ya que se necesitan los mismos datos de entrada y proporciona los mismos valores de salida, únicamente cambian los modelos de inventario que son distintos.

Al finalizar el programa de capacitación se trasladó de forma electrónica todo el contenido del mismo para que el personal de la Bodega General lo tenga a su disposición y que sea de utilidad para la Institución.

4.3.2. Departamento de Operaciones y Mantenimiento

A dicho departamento únicamente se brindó capacitación en relación al taller de teoría de inventarios, debido a que es importante el conocimiento de los cambios que surgirán en la Bodega General a partir del rediseño que sufrió el manejo de inventarios. Se contó con la participación de los supervisores de mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico, mantenimiento de obra civil y el jefe de juegos electromecánicos (4 personas).

4.4. Evaluación

Al finalizar el programa de capacitación se debe evaluar si el participante asimilo de forma correcta la información impartida.

4.4.1. Reacción de participantes

Se mide la satisfacción de los participantes con respecto a la formación recibida, mediante un cuestionario que evalúa el contenido, exposición, herramientas utilizadas y demás. Por lo que al finalizar el programa de capacitación se pasó un cuestionario a cada participante y se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 65. **Formato de cuestionario de reacción**

Cuestionario de reacción

1. ¿Cómo considera usted la calidad del contenido?	
o Excelente	73 % (8)
o Bueno	27 % (3)
o Regular	0 % (0)
o Malo	0 % (0)
2. ¿Entendió con claridad cada uno de los temas expuestos?	
o Si	91 % (10)
o No	9 % (1)
3. ¿El material audiovisual utilizado fue el correcto?	
o Si	82 % (9)
o No	18 % (2)
4. ¿Cómo calificaría usted la exposición?	
o Excelente	9 % (1)
o Buena	73 % (8)
o Regular	18 % (2)
o Mala	0 % (0)
5. ¿Qué aspectos de los talleres se deberían mejorar según su criterio?	
- Exposición y ritmo	
6. ¿El expositor motiva al aprendizaje de los temas?	
o Si	100 % (11)
o No	0 % (0)
7. ¿Cree usted utilizar las herramientas provistas?	
o Si	64 % (7)
o No	36 % (4)

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

En términos generales el programa de capacitación tuvo una buena aceptación (86 %) por parte de los participantes, lo cual nos indica que estos están interesados en los temas expuestos para su posible aplicación en la solución de problemas.

4.4.2. Conocimientos

Al finalizar el programa de capacitación se debe de dar seguimiento a los participantes para verificar si los conocimientos fueron asimilados, por lo que se realizaron tres entrevistas no estructuradas para evaluar el nivel de conocimiento en cuanto a la planificación de manejo de inventarios. Se cuestionó acerca de los siguientes temas:

- Modelos de inventarios
- Aplicación de los modelos de inventario
- Planificación de materiales
- Cantidades óptimas de pedido
- Puntos de reorden

Las personas entrevistadas se encuentran en relación directa con la emisión de pedidos por lo que los conocimientos adquiridos durante el programa de capacitación deben de estar correctamente cimentados. Al momento de realizar las entrevistas se constató que los colaboradores asimilaron de manera correcta los conocimientos impartidos ya que contestaron acertadamente a las interrogantes propuestas. Las calificaciones de dichas entrevistas se muestran en la tabla LXVI.

Tabla LXVI. **Calificación de entrevistas de conocimientos**

Puesto	Tema	Modelos de inventario	Aplicación de modelos de inventario	Planificación de materiales	Cantidades óptimas de pedido	Puntos de reorden	Promedio
Jefe de Bodega General		9,0	8,5	8,0	7,0	9,0	8,3
Aistente de Bodega General 1		8,0	6,0	6,0	9,0	9,0	7,6
Aistente de Bodega General 2		8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,6

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

4.4.3. Resultados

Los resultados se encuentran en función de una correcta planificación de manejo de inventarios que se centra en cuando y cuanto se debe pedir para minimizar los costos del manejo de inventario. Para medir los resultados se realizó una prueba a las mismas personas que se entrevistó con anterioridad planteando un caso de estudio real.

Caso de estudio

El desengrasante Citrus Power tiene una demanda mensual de 12,67 galones con una desviación estándar de 5,67 galones. Se permite un porcentaje de agotamiento hasta del 20 %. Cada vez que se coloca un pedido se incurre en un costo de Q 102,43 y a la Institución le cuesta mensualmente Q 27,75 mantener en bodega un galón de dicho desengrasante. Determine:

- Cantidad óptima de galones
- ¿En qué momento se debe colocar el pedido?
- ¿Es necesario tener un inventario de seguridad y de ser así de cuánto sería?
- Determine el costo total de manejo de este desengrasante

En la tabla LXVII se especifican los resultados obtenidos de las pruebas así como la calificación obtenida.

Tabla LXVII. **Resultados caso de estudio**

Puesto	Pregunta	Cantidad óptima de pedido	Punto de reorden	Inventario de seguridad	Costo total	Calificación
Jefe de Bodega General	33,0	17,0	6,0	1 413,0	95,0	
Aistente de Bodega General 1	40,0	15,0	0,0	1 500,0	53,0	
Aistente de Bodega General 2	33,0	18,0	5,0	1 400,0	75,0	

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Bodega General.

En términos generales se obtuvieron resultados aceptables ya que tienen un concepto amplio de la manera correcta en la que se debe de manejar la planificación de inventarios.

CONCLUSIONES

1. En un principio no se contaba con una descripción concreta de las atribuciones y requerimientos de cada uno de los puestos de la Bodega General, por lo que se establecieron dichas atribuciones y mediante el sistema de evaluación de puestos se determinaron dichos requerimientos. Al mismo tiempo se fijaron los salarios propuestos para el personal, los cuales representan un aumento salarial directamente proporcional a las atribuciones y responsabilidades que tienen.
2. Las condiciones de almacenamiento actuales cumplen con los requerimientos para el resguardo de materiales en óptimas condiciones. Se propuso la implementación de *pallets* para ubicar los materiales que se encuentran colocados directamente en el suelo. Esta medida permitirá tener mayor control sobre las existencias de estos materiales que generalmente se almacenan en galones.
3. En un inicio no se tenía claro cuáles eran los materiales de mayor importancia para el Departamento de Operaciones y Mantenimiento, por medio de un análisis de criticidad se establecieron un total de treinta y seis materiales fundamentales para el desarrollo de las actividades de mantenimiento debido a su alta demanda o costo elevado.

4. Anteriormente la planificación de manejo de materiales se llevaba a cabo de forma empírica con base en la experiencia de pedidos anteriores, sin tomar en cuenta los costos de operación de bodega. El rediseño de la planificación de manejo de inventarios se lleva a cabo mediante el modelo de cantidad a ordenar en punto de reorden con demanda probabilística el cual permite minimizar los costos totales asociados al manejo de inventarios. Este modelo de inventario requiere de un monitoreo continuo de los niveles del mismo mediante el sistema de inventario computarizado S400, de modo que pueda colocarse el pedido siempre que se alcance el punto de reorden.
5. Bodega General realizaba una gran cantidad de pedidos de pocas unidades que representaba un costo de operación alto. La propuesta representa una disminución en la cantidad de pedidos, pero un aumento en la cantidad de unidades por pedido lo que hace que los costos asociados al manejo de inventarios se minimicen con la implementación del modelo de cantidad a ordenar en punto de reorden con demanda probabilística.
6. En un principio no existía un plan de ahorro de agua que minimizara su consumo, se desperdiciaban alrededor de 2 616 galones mensualmente en labores de limpieza de juegos electromecánicos. Por medio de la instalación de las pistolas de lavado, terminales para mangueras y cambios en los hábitos de limpieza, se logró reducir considerablemente el desperdicio de agua.

7. Al inicio del programa de capacitación se contaba con conocimientos empíricos en relación a la planificación de manejo de inventarios, al implementar el programa de capacitación se logró que el personal de la Bodega General obtuviera los conocimientos necesarios para poder continuar con el sistema de planificación de manejo de inventarios con lo que se consigue una reducción significativa de los costos de operación.

RECOMENDACIONES

Al gerente de Parque Mundo Petapa:

1. Realizar una revisión de los salarios actuales del personal de la Bodega General debido a que estos se deben de ajustar a una tasa más alta, esto de acuerdo con la evaluación de puestos realizada en dicho departamento.

Al gerente del Departamento de Operaciones y Mantenimiento:

2. Revisar constantemente los niveles de inventario de los materiales considerados críticos para la ejecución de actividades de mantenimiento, con la finalidad de respetar el modelo de inventario propuesto.
3. Analizar los campos de acción que se tienen para el ahorro de agua en el parque, ya que diariamente se utiliza una cantidad importante del suministro.

Al jefe de Bodega General:

4. Realizar la redistribución de lámparas dentro de la Bodega General, reduciendo su número a 8 lámparas con un espaciamiento de 5 metros entre cada uno, evitando que los materiales obstruyan el haz de luz.

5. Monitorear y verificar las cantidades demandas de los materiales seleccionados para la presente planificación, debido a las ampliaciones realizadas en el parque a finales del 2012.
6. Realizar revisiones continuas a los niveles de inventario utilizando el sistema de información S400, para evitar atrasos en el proceso de planificación de materiales.
7. Continuar con la planificación del resto de materiales que se consideren importantes mediante la utilización de los modelos cuantitativos de inventario aprendidos durante la fase de enseñanza-aprendizaje. Emplear las herramientas dadas para lograr la obtención de la serie de beneficios esperados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANDERSON, David. *Métodos cuantitativos para los negocios*. 9a ed. México: Cengage Learning, 2009. 822 p.
2. Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia. *Guía de consultores: Como llevar a cabo un diagnóstico ambiental para la identificación y aprovechamiento de oportunidades de Producción más Limpia*. Guatemala: CGPML, 2002. 125 p.
3. CHASE, Richard. *Administración de operaciones*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 720 p.
4. DESSLER, Gary. *Administración de personal*. 10a ed. México: Prentice-Hall, 2005. 700 p.
5. JOHNSON, Robert. *Estadística elemental*. 3a ed. México: Thomson, 2005. 509 p.
6. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 586 p.
7. MONDY, Wayne. *Administración de recursos humanos*. 11a ed. México: Pearson, 2010. 409 p.
8. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3a ed. Guatemala: Imprenta Universitaria, 2008. 178 p.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla A. Niveles de iluminación recomendados en interiores

Categoría	Rango de luminiscencia (fc)	Tipo de actividad	Área de referencia
A	2-3-5	Áreas públicas con inmediaciones oscuras	Alumbrado general a través de un cuarto o área.
B	5-7.5-10	Orientación simple para visitas temporales breves	
C	10-15-20	Espacios de trabajo donde las tareas visuales se realizan sólo en ocasiones.	
D	20-30-50	Realización de tareas visuales de gran contraste y tamaño, por ejemplo, lectura de material impreso, captura de originales, escritura a mano con tinta y xerografía; trabajo rudo de prensa y máquina; inspección ordinaria; ensamblado rudo.	Luminancia en la tarea
E	50-75-100	Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño, por ejemplo, lectura de manuscritos a lápiz, material con muy baja calidad de impresión y reproducción; trabajo mediano de prensa y máquina; difícil inspección; ensamblado medio.	
F	100-150-200	Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño, por ejemplo, lectura de manuscritos con lápiz duro sobre papel de muy baja calidad y material pobremente reproducido; inspección altamente difícil, ensamble difícil.	
G	200-300-500	Realización de trabajos visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por un periodo prolongado, por ejemplo, ensamble fino; inspección muy difícil; trabajo fino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	
H	500-750-1000	Realización de trabajos visuales muy precisos y prolongados, por ejemplo, inspección difícil; trabajo extrafino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	Luminancia sobre la tarea a través de combinación de alumbrados locales generales y complementarios.
I	1000-1500-2000	Realización de trabajos visuales muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño, por ejemplo, procedimientos quirúrgicos.	

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial. p. 187

Anexo 2

Tabla B. Reflectancia efectiva de cavidad en cielo o piso

TABLA DE REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE CIELO O PISO EN S.																
Rel. Area Ciel. / Piso	90				80				70				60			
	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	70	60	60	60	60
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	68	67	66	66	59	59	58	58
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	65	59	58	57	57
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	63	57	56	55	55
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	62	56	55	54	54
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	60	55	54	53	53
0.6	86	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	57	52	51	50	50
0.7	85	83	78	74	76	74	70	66	63	61	57	54	49	48	47	47
0.8	84	82	77	73	75	73	69	65	62	60	56	53	48	47	46	46
0.9	83	81	76	71	75	73	68	63	63	59	55	52	47	46	45	45
1.0	82	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	50	45	44	43	43
1.1	81	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	48	43	42	41	41
1.2	81	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	40	39	39
1.3	80	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	43	40	39	38	38
1.4	80	76	68	61	72	68	61	54	60	54	48	42	39	38	37	37
1.5	79	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	41	38	37	36	36
1.6	78	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	39	35	34	33	33
1.7	78	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	38	34	33	32	32
1.8	77	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	37	33	32	31	31
1.9	77	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	36	32	31	30	30
2.0	76	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	35	31	30	29	29
2.1	75	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	34	30	29	28	28
2.2	75	70	60	51	68	62	54	45	55	46	39	33	29	28	27	27
2.3	74	69	59	50	68	62	53	44	54	45	38	32	28	27	26	26
2.4	74	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	31	27	26	25	25
2.5	73	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	30	26	25	24	24
2.6	72	67	56	46	66	60	50	41	52	43	35	29	25	24	23	23
2.7	72	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	28	24	23	22	22
2.8	71	66	54	44	66	59	48	39	52	43	33	27	23	22	21	21
2.9	71	65	53	43	65	58	47	38	51	41	32	26	22	21	20	20
3.0	70	64	52	42	65	58	47	38	51	40	31	25	21	20	19	19
3.1	70	63	51	41	64	57	46	37	50	40	31	24	20	19	18	18
3.2	70	62	50	40	64	56	45	36	50	39	30	23	19	18	17	17
3.3	69	62	49	39	64	55	44	35	49	38	29	22	18	17	16	16
3.4	69	61	48	38	63	55	44	34	48	37	28	21	17	16	15	15
3.5	68	61	47	37	63	54	43	33	48	36	27	20	16	15	14	14
3.6	68	60	46	36	62	54	42	32	48	35	26	19	15	14	13	13
3.7	67	59	45	35	62	53	41	31	47	34	25	18	14	13	12	12
3.8	67	58	44	34	61	52	40	30	47	34	24	17	13	12	11	11
3.9	66	58	43	33	61	51	39	29	46	33	23	16	12	11	10	10
4.0	66	57	42	32	60	50	38	28	46	32	22	15	11	10	9	9
4.1	65	57	41	31	60	49	37	27	45	31	21	14	10	9	8	8
4.2	65	56	40	30	60	48	36	26	45	30	20	13	9	8	7	7
4.3	64	56	39	29	59	47	35	25	44	29	19	12	8	7	6	6
4.4	64	55	38	28	59	46	34	24	44	28	18	11	7	6	5	5
4.5	63	55	37	27	59	45	33	23	43	27	17	10	6	5	4	4
4.6	63	54	36	26	58	44	32	22	43	26	16	9	5	4	3	3
4.7	62	54	35	25	58	43	31	21	42	25	15	8	4	3	2	2
4.8	62	53	34	24	58	42	30	20	42	24	14	7	3	2	1	1
4.9	61	53	33	23	57	41	29	19	41	23	13	6	2	1	0	0
5.0	61	52	32	22	57	40	28	18	41	22	12	5	1	0	0	0

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 102

Anexo 3

Tabla C. Coeficiente de utilización método cavidad zonal

Distribución típica	P _{cc} P _p	80				70				50			30			10		
		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
		RCA Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p _{cc} = 20																
	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46
	4	.56	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.35	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19
	1	.98	.96	.95					.92	.91	.90				.87	.86	.85	
	2	.94	.91	.89					.89	.87	.86				.85	.84	.83	
	3	.90	.87	.85					.87	.85	.83				.83	.82	.80	
	4	.87	.83	.81					.84	.81	.80				.81	.79	.78	
	5	.83	.80	.77					.81	.78	.76				.79	.77	.75	
	6	.81	.77	.75					.79	.76	.74				.77	.75	.73	
	7	.78	.74	.72					.76	.73	.71				.74	.72	.70	
	8	.75	.72	.69					.74	.71	.69				.72	.70	.68	
	9	.73	.69	.67					.72	.68	.66				.70	.68	.66	
	10	.70	.67	.64					.69	.66	.64				.68	.66	.64	

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 103

Anexo 4

Tabla D. **Renovación del aire en número de veces por hora**

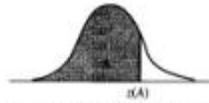
Local	Valor
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p.

Anexo 5

Tabla E. Probabilidades acumuladas de la distribución normal estándar

El valor es el área A bajo la curva normal estándar de $-\infty$ a $z(A)$.



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial. p. 566