



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

**REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE
ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.**

Adam Saúl Carlos Arroyo

Asesorado por la M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE
ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

Adam Saúl Carlos Arroyo

ASESORADO POR LA M.Sc. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic Garcia |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de Leon Rodriguez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez |
| VOCAL V | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| EXAMINADORA | Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña |
| EXAMINADOR | Ing. Juan Carlos Jerez Juarez |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

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:

REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en septiembre de 2015.

Adam Saúl Carlos Arroyo



Guatemala, 17 de mayo de 2017.
REF.EPS.DOC.333.05.17.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

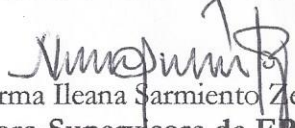
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Adam Saúl Carlos Arroyo, Registro Académico No. 200714973** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.**

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
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZ/ra



Guatemala, 17 de mayo de 2017.
REF.EPS.D.117.05.17

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director a. i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Adam Saúl Carlos Arroyo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña.

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 Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Adam Saúl Carlos Arroyo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.189.017

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 graduación titulado **REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Adam Saúl Carlos Arroyo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.573-2017

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: **REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE GENTRAC S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Adam Saúl Carlos Arroyo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme sabiduría e inteligencia, a lo largo de la carrera para obtener el título de Ingeniero Industrial.
- Mis padres** Blanca Arroyo y Mario Carlos, por brindarme el apoyo incondicional y servir de inspiración para lograr esta meta.
- Mi Hermano y Cuñada** Mario Carlos y Yenifer Valle, quienes son parte de este logro; gracias por su motivación, oraciones y cariño a mi persona.
- Mis Sobrinos** Jafet y Saraí, que han sido motivo de inspiración, con mucho amor y cariño.
- Mi Abuela** Bartola Arroyo, gracias por sus oraciones, consejos y cariño.

Mi tío

Humberto Arroyo Mendoza, por su apoyo y motivación en el trayecto de mi carrera; con mucho cariño. (Q.E.P.D.).

Mis amigos

Ronald Torres, Juan Oliva, Wilson Vásquez, Oscar Sánchez, Dani Bautista, Allan Orellana, Fernando Juárez, Reyna Márquez, Jorge Méndez, Paulina Mencos, por los momentos compartidos, y quienes han visto el esfuerzo y empeño para alcanzar este logro; gracias por el apoyo y motivación en el recorrido.

Familia en general

Por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser la casa de estudios que me dio la oportunidad de forjarme como un profesional de bien. |
| Facultad de Ingeniería | Por brindarme los conocimientos y estrategias para formarme como Ingeniero Industrial. |
| GENTRAC S.A. | Por brindarme el apoyo y la confianza para desarrollar mi trabajo de graduación. |
| Ing. Javier Peña | Por brindarme la confianza y apoyo en el desarrollo del proyecto. |
| Sr. Gustavo Pereira | Por su confianza y apoyo. |
| Inga. Norma Sarmiento | Por la paciencia, consejos, y asesoría en la elaboración del mismo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XV |
| GLOSARIO | XVII |
| RESUMEN..... | XIX |
| OBJETIVOS..... | XXI |
| INTRODUCCIÓN | XXIII |
| | |
| 1. GENERALIDADES DE GENTRAC S.A..... | 1 |
| 1.1. Descripción de la empresa | 1 |
| 1.2. Misión | 1 |
| 1.3. Visión..... | 1 |
| 1.4. Valores | 2 |
| 1.5. Repuestos y servicios que ofrece | 2 |
| 1.6. Ubicación de la empresa | 3 |
| 1.7. Estructura organizacional | 4 |
| | |
| 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA | 7 |
| 2.1. Diagnóstico de la situación actual | 7 |
| 2.1.1. Análisis FODA | 9 |
| 2.1.2. Árbol de problemas y objetivos..... | 12 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1.3. | Ubicación actual de áreas operativas y equipo de almacenamiento en bodega | 15 |
| 2.1.4. | Áreas operativas | 17 |
| 2.1.4.1. | Áreas de entrada..... | 17 |
| 2.1.4.2. | Áreas de salida..... | 29 |
| 2.1.5. | Codificación actual de localización de repuestos | 35 |
| 2.1.5.1. | Nomenclatura y símbolos | 35 |
| 2.1.5.2. | Clasificación por zonas..... | 41 |
| 2.1.6. | Equipo actual de almacenamiento | 44 |
| 2.1.6.1. | <i>Racks</i> | 44 |
| 2.1.6.2. | Gabinetes | 45 |
| 2.1.6.3. | Estantería o <i>bin</i> | 45 |
| 2.1.6.4. | Conteo de equipo de almacenamiento actual..... | 47 |
| 2.2. | Equipo de almacenamiento recomendado por Caterpillar..... | 49 |
| 2.2.1. | <i>Racks</i> | 49 |
| 2.2.2. | Gabinetes | 51 |
| 2.2.3. | Estanterías o <i>bins</i> | 52 |
| 2.2.4. | <i>Cantiléver</i> | 53 |
| 2.3. | Reorganización de áreas operativas en bodega | 55 |
| 2.4. | Diseño de las áreas operativas | 59 |
| 2.4.1. | Diseño estación de trabajo área de reposición de inventarios | 59 |
| 2.4.1.1. | Croquis del área de trabajo | 60 |
| 2.4.1.2. | Diagrama de flujo de operaciones..... | 64 |
| 2.4.1.3. | Diagrama de recorrido..... | 65 |
| 2.4.1.4. | Método puesto en marcha en área de reposición de inventarios..... | 66 |
| 2.4.1.5. | Costo | 67 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.4.2. | Diseño estación de trabajo área de recepción de aéreos..... | 68 |
| 2.4.2.1. | Croquis del área de trabajo..... | 69 |
| 2.4.2.2. | Diseño de <i>rack</i> para área de recepción de aéreos | 70 |
| 2.4.2.3. | Diagrama de flujo..... | 73 |
| 2.4.2.4. | Diagrama de recorrido | 74 |
| 2.4.2.5. | Diseño de mostrador de trabajo..... | 75 |
| 2.4.2.6. | Costo de la propuesta..... | 76 |
| 2.4.3. | Diseño estación de trabajo área de REMAN | 76 |
| 2.4.3.1. | Croquis del área de trabajo..... | 78 |
| 2.4.3.2. | Diagrama de flujo..... | 79 |
| 2.4.3.3. | Diagrama de recorrido | 81 |
| 2.4.4. | Diseño de estación de trabajo de área de empaque..... | 82 |
| 2.4.4.1. | Croquis del área de trabajo..... | 83 |
| 2.4.4.2. | Diagrama de flujo..... | 87 |
| 2.4.4.3. | Diagrama de recorrido | 88 |
| 2.4.4.4. | Costos | 89 |
| 2.4.5. | Rediseño de tubos de almacenamiento de mangueras..... | 90 |
| 2.4.5.1. | Criterios para el nuevo diseño de almacenamiento de mangueras..... | 90 |
| 2.4.5.2. | Plano del rediseño de tubos de almacenamiento de mangueras..... | 91 |
| 2.4.5.3. | Implementación modificación de mangueras..... | 93 |
| 2.4.5.4. | Costos | 94 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 2.5. | Criterios y especificaciones para almacenamiento de repuestos | 95 |
| 2.5.1. | Criterios para almacenamiento en <i>racks</i> | 95 |
| 2.5.1.1. | Módulos de almacenamiento para <i>racks</i> recomendados por CATERPILLAR..... | 104 |
| 2.5.1.2. | Codificación de posiciones en <i>racks</i> .. | 105 |
| 2.5.1.3. | Identificación y distribución de <i>racks</i> por tramos | 107 |
| 2.5.1.4. | Distribución de los repuestos | 108 |
| 2.5.1.5. | <i>Racks</i> de llantas | 112 |
| 2.5.1.6. | Diseño de <i>rack</i> de llantas | 113 |
| 2.5.1.7. | Distribución y centralización de lubricantes en <i>racks</i> | 114 |
| 2.5.1.8. | Distribución de herramienta de corte.. | 116 |
| 2.5.1.9. | Costos | 120 |
| 2.5.2. | Criterios para almacenamiento en gabinetes | 121 |
| 2.5.2.1. | Distribución de gabinetes y gavetas para formar perfiles recomendados por CATERPILLAR..... | 124 |
| 2.5.2.2. | Reorganización de repuestos y cantidad de gabinetes recomendados por CATERPILLAR | 130 |
| 2.5.2.3. | Plano de distribución de gabinetes..... | 134 |
| 2.5.2.4. | Costos | 137 |
| 2.5.3. | Criterios para almacenamiento en estantería o <i>bins</i> | 138 |
| 2.5.3.1. | Plano de distribución de estanterías o <i>bins</i> | 139 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 2.5.4. | Criterios para almacenamiento en <i>cantiléver</i> | 140 |
| 2.5.4.1. | Diseño de <i>cantiléver</i> recomendado por CATERPILLAR | 141 |
| 2.5.4.2. | Distribucion y codificación de cuchillas en <i>cantiléver</i> | 142 |
| 2.5.4.3. | Plano de distribución de cuchillas en <i>cantiléver</i> | 143 |
| 2.5.4.4. | Codificación de locaciones en <i>cantiléver</i> | 144 |
| 2.5.4.5. | Costos | 144 |
| 2.6. | Costos totales..... | 145 |
| 3. | FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS Y LA SEGURIDAD OCUPACIONAL EN EL ÁREA DE LLENADO DE BATERÍAS..... | 147 |
| 3.1. | Procedimientos operativos que impactan en el desperdicio de bolsas plásticas | 148 |
| 3.2. | Análisis del desperdicio de bolsas plásticas | 149 |
| 3.2.1. | Tabla de desperdicio de bolsas por área operativa..... | 150 |
| 3.2.2. | Gráfico de desperdicio de bolsas por área operativa..... | 151 |
| 3.3. | Plan de acción para la reducción de bolsas plásticas en áreas operativas | 151 |
| 3.3.1. | Reciclaje y/o reutilización de bolsas plásticas | 151 |
| 3.3.1.1. | Reutilizacion de las bolsas plásticas.. | 152 |
| 3.4. | Área de llenado de baterías..... | 153 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.4.1. | Forma actual de almacenaje del ácido para batería | 154 |
| 3.4.2. | Análisis de incidentes en el llenado de baterías.... | 155 |
| 3.4.3. | Propuesta de bomba de llenado de baterías..... | 157 |
| 3.4.4. | Diseño del área de llenado de baterías..... | 158 |
| 3.4.4.1. | Equipo de protección para el llenado de baterías | 162 |
| 3.4.5. | Costo de la propuesta | 164 |
| 4. | FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN..... | 165 |
| 4.1. | Diagnóstico de necesidades de capacitación..... | 165 |
| 4.2. | Plan de capacitación | 166 |
| 4.2.1. | Plan individual de capacitación | 170 |
| 4.3. | Evaluación del plan de capacitación | 172 |
| 4.4. | Costo de la propuesta | 174 |
| | CONCLUSIONES..... | 175 |
| | RECOMENDACIONES | 179 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 181 |
| | APÉNDICE | 183 |
| | ANEXOS..... | 187 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Ubicación de GENTRAC S.A. | 3 |
| 2. | Organigrama general..... | 6 |
| 3. | Matriz FODA..... | 11 |
| 4. | Árbol de problemas | 13 |
| 5. | Árbol de objetivos | 14 |
| 6. | Plano actual de bodega | 16 |
| 7. | Diagrama de flujo actual de área REMAN..... | 18 |
| 8. | Espacio físico actual en área de producto remanufacturado (REMAN) | 19 |
| 9. | Área de producto remanufacturado (REMAN)..... | 20 |
| 10. | Diagrama de flujo actual de área de reposición de inventarios | 22 |
| 11. | Espacio físico actual de área de reposición de inventarios | 23 |
| 12. | Área de reposición de inventarios | 24 |
| 13. | Diagrama de flujo actual de área de recepción de aéreos | 26 |
| 14. | Espacio físico actual de área de recepción de aéreos | 27 |
| 15. | Área de recepción de aéreos | 28 |
| 16. | Espacio físico actual de área de mostrador de taller | 30 |
| 17. | Diagrama de flujo actual del área de empaque | 32 |
| 18. | Espacio físico actual de área de empaque..... | 33 |
| 19. | Área de empaque | 34 |
| 20. | Locación en gabinetes..... | 36 |
| 21. | Pasillo actual entre gabinetes..... | 37 |
| 22. | Locación en estantería o <i>bin</i> | 38 |

| | | |
|-----|--|----|
| 23. | Pasillo actual entre estanterías | 38 |
| 24. | Locación en <i>racks</i> | 40 |
| 25. | Pasillo central entre <i>racks</i> | 40 |
| 26. | Zona de <i>picking</i> | 41 |
| 27. | Zona operativa y de <i>racks</i> | 42 |
| 28. | Andén de carga y descarga | 43 |
| 29. | <i>Racks</i> de almacenamiento actual | 44 |
| 30. | Gabinetes de almacenamiento actual | 45 |
| 31. | Estantería o <i>bin</i> | 46 |
| 32. | Estantería o <i>bin</i> de almacenamiento actual | 46 |
| 33. | Dimensiones y cantidades necesarias de <i>racks</i> | 50 |
| 34. | Requerimientos de <i>racks</i> recomendados..... | 51 |
| 35. | Cantidad de gabinetes para repuestos no hidráulicos | 51 |
| 36. | Cantidad de gabinetes para repuestos hidráulicos | 52 |
| 37. | Cantidad de estanterías o <i>bins</i> para repuestos..... | 53 |
| 38. | Cantidad de <i>cantiléver</i> y configuración | 53 |
| 39. | Diagrama de relaciones entre áreas operativas..... | 56 |
| 40. | Diagrama de red de relaciones para la reorganización de las áreas operativas..... | 56 |
| 41. | Plano de reorganización de áreas operativas | 58 |
| 42. | Transportador a gravedad..... | 60 |
| 43. | Diseño de área de reposición de inventarios | 62 |
| 44. | Diagrama de flujo de operaciones de área de reposición de inventarios..... | 64 |
| 45. | Diagrama de recorrido de área de reposición de inventarios..... | 65 |
| 46. | Instalación de transportadores | 66 |
| 47. | Método puesto en marcha <i>stock</i> | 66 |
| 48. | Diagrama de causa y efecto de área de recepción de aéreos | 68 |
| 49. | Diseño estación de trabajo recepción aéreos | 70 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 50. | Diseño de <i>rack</i> dinámico | 72 |
| 51. | Diagrama de flujo de operaciones de área de recepción de aéreos..... | 73 |
| 52. | Diagrama de recorrido de área de recepción de aéreos | 74 |
| 53. | Diseño de mostrador de recepción de aéreos | 75 |
| 54. | Diagrama de causa y efecto de área REMAN | 77 |
| 55. | Diseño de área de trabajo REMAN | 79 |
| 56. | Diagrama de flujo de operaciones de área REMAN | 80 |
| 57. | Diagrama de recorrido de operaciones de área REMAN | 81 |
| 58. | Diagrama de causa y efecto de área empaque | 82 |
| 59. | Diseño del área de trabajo de empaque..... | 84 |
| 60. | Diseño de escritorio de área de empaque..... | 85 |
| 61. | Diseño de estación trabajo de área de empaque | 85 |
| 62. | <i>Rack</i> para almacenaje de repuestos empacados listos para envío | 86 |
| 63. | Diagrama de flujo de operaciones del área de empaque | 87 |
| 64. | Diagrama de recorrido de operaciones del área de empaque..... | 88 |
| 65. | Ubicación actual de tubos almacenamiento de mangueras | 90 |
| 66. | Vista frontal modificación de mangueras..... | 91 |
| 67. | Vista lateral modificación de mangueras | 92 |
| 68. | Desmontaje de la estructura actual | 93 |
| 69. | Montaje final del diseño modificación de mangueras | 94 |
| 70. | Especificaciones de <i>racks</i> recomendado por CATERPILLAR..... | 96 |
| 71. | Especificaciones técnicas de <i>rack</i> -tarima..... | 97 |
| 72. | Distribución de <i>racks</i> por proveedor en bodega nueva | 99 |
| 73. | Distribución <i>racks</i> bodega 2 | 100 |
| 74. | Distribución actualizada de bodega 2..... | 101 |
| 75. | Distribución <i>racks</i> área de taller | 101 |
| 76. | Elevaciones o niveles por <i>rack</i> en bodega nueva | 102 |
| 77. | Niveles por <i>rack</i> en bodega 2..... | 103 |
| 78. | Niveles por <i>rack</i> en bodega taller | 103 |

| | | |
|------|--|-----|
| 79. | Módulos de almacenamiento en <i>racks</i> | 104 |
| 80. | Codificación de <i>racks</i> | 106 |
| 81. | Plano distribución de <i>racks</i> por tramos | 107 |
| 82. | Distribución de repuestos <i>RACK A</i> en bodega 2..... | 108 |
| 83. | Distribución de repuestos <i>RACK B</i> en bodega 2..... | 109 |
| 84. | Distribución de repuestos <i>RACK C</i> bodega 2 | 110 |
| 85. | Distribución de repuestos <i>RACK D</i> bodega Nueva..... | 111 |
| 86. | Distribución de llantas en <i>racks</i> | 113 |
| 87. | Diseño de <i>rack</i> de llantas | 113 |
| 88. | Forma de almacenaje de lubricante anterior | 115 |
| 89. | Forma de almacenaje actual..... | 115 |
| 90. | Mapa de distribución de herramienta de corte en <i>racks</i> 1..... | 117 |
| 91. | Mapa de distribución de herramienta de corte en <i>racks</i> 2..... | 118 |
| 92. | Forma de almacenaje anterior de herramienta de corte | 119 |
| 93. | Almacenamiento actual de herramienta de corte en <i>racks</i> | 119 |
| 94. | Perfiles y configuración de gabinetes existentes..... | 121 |
| 95. | Recuento de perfiles de gabinetes existentes..... | 122 |
| 96. | Resumen gabinetes formados con los existentes | 123 |
| 97. | Distribución de gavetas para perfiles de 30" ancho | 126 |
| 98. | Distribución de gavetas para gabinetes perfil 45" ancho..... | 127 |
| 99. | Resumen de los diferentes perfiles 30" ancho y tipos gavetas necesarias para formar perfiles recomendados | 128 |
| 100. | Distribución de gavetas para gabinetes faltantes perfiles F, G y H..... | 129 |
| 101. | Distribución de gavetas para gabinetes 45" ancho | 129 |
| 102. | Diagrama de causa y efecto de repuestos no ubicados en gabinete | 132 |
| 103. | Diseño de <i>mezzanine</i> de gabinetes | 133 |
| 104. | Plano de distribución de gabinetes | 134 |
| 105. | Recorrido de gabinetes para la extracción de repuestos | 136 |

| | | |
|------|---|-----|
| 106. | Plano de distribución de estanterías..... | 139 |
| 107. | Almacenamiento actual de cuchillas..... | 140 |
| 108. | Diseño <i>cantiléver</i> | 141 |
| 109. | Distribución de cuchillas en <i>cantiléver</i> | 142 |
| 110. | Distribución de cuchillas en <i>rack cantiléver</i> | 143 |
| 111. | Diagrama de causa y efecto del análisis de desperdicio de bolsas plásticas | 149 |
| 112. | Gráfico de desperdicio de bolsas plásticas | 151 |
| 113. | Diagrama actual de flujo de operaciones del área de llenado de baterías | 153 |
| 114. | Almacenamiento actual de ácido para batería | 154 |
| 115. | Sistema actual de llenado de baterías..... | 155 |
| 116. | Diagrama de causa y efecto en el área de llenado de baterías..... | 156 |
| 117. | Picaduras en pantalón por mala práctica o falta de equipo de protección adecuado | 156 |
| 118. | Riesgo de derrames y contaminación de piel por método actual | 157 |
| 119. | Bomba de barril PTFE | 157 |
| 120. | Diseño del área de llenado de baterías | 159 |
| 121. | Diagrama de flujo de operaciones de área de llenado de baterías | 160 |
| 122. | Diagrama de recorrido del área de llenado de baterías..... | 161 |
| 123. | Guantes de neopreno..... | 162 |
| 124. | Mascarilla de protección a vapores de ácido..... | 163 |
| 125. | Traje de protección corporal..... | 163 |
| 126. | Botas industriales | 164 |
| 127. | Plan anual de actividades de capacitación..... | 168 |
| 128. | Capacitación plan individual | 170 |
| 129. | Evaluación de capacitación plan individual | 171 |

TABLAS

| | | |
|--------|---|-----|
| I. | Cantidad de gabinetes en bodega | 47 |
| II. | Cantidad de estanterías o <i>bins</i> en bodega..... | 48 |
| III. | Cantidad de <i>racks</i> en bodega | 48 |
| IV. | Importancia de cercanía..... | 55 |
| V. | Razones de cercanía | 55 |
| VI. | Detalle del costo de transportadores..... | 67 |
| VII. | Costo de cajas plásticas para transportar repuestos | 67 |
| VIII. | Análisis de cajas manejables manualmente | 71 |
| IX. | Tipos de cajas con tarima | 71 |
| X. | Otras medidas de cajas | 72 |
| XI. | Costo área de recepción de aéreos | 76 |
| XII. | Costo de escritorio y estación de trabajo para área de empaque | 89 |
| XIII. | Costo de la modificación de tubos de mangueras..... | 94 |
| XIV. | Especificaciones de medidas para diseño <i>rack</i> | 97 |
| XV. | Dimensiones de tarima para almacenamiento | 98 |
| XVI. | Dimensiones de módulos de <i>rack</i> | 105 |
| XVII. | Costos de <i>racks</i> | 120 |
| XVIII. | Conteo de gavetas para gabinetes 30” ancho | 124 |
| XIX. | Conteo de gavetas para gabinetes 45” ancho | 125 |
| XX. | Cantidad de gabinetes a comprar | 130 |
| XXI. | Estadística de los repuestos recomendados para almacenaje en gabinete | 131 |
| XXII. | Costos de gavetas y gabinetes | 137 |
| XXIII. | Estadística de repuestos para ubicación en estantería o <i>bin</i> | 138 |
| XXIV. | Costo de <i>rack cantiléver</i> | 144 |

| | | |
|---------|--|-----|
| XXV. | Costos totales de la reorganización y equipo de almacenamiento | 145 |
| XXVI. | Tabla desperdicios de bolsas por área operativa | 150 |
| XXVII. | Costo de la propuesta área llenado baterías | 164 |
| XXVIII. | Temas de capacitación..... | 167 |
| XXIX. | Metodología de las actividades de capacitación..... | 169 |
| XXX. | Costo de capacitación anual | 174 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|---|
| H | Altura |
| W(wide) | Ancho |
| °C | Celsius, unidad de medida de temperatura, Sistema Inglés. |
| Cm | Centímetros |
| Kg | Kilogramos |
| M | Metro |
| Mm | Milímetro |
| Ft | Pies |
| Sqft | Pies cuadrados |
| D(Deep) | Profundidad |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------|--|
| Acto inseguro | Cualquier actividad realizada de forma inadecuada dentro de un área laboral. |
| Adiestramiento | Acción que permite desarrollar los conocimientos y habilidades en el desempeño de una labor. |
| Almacén | Lugar físico especialmente asignado para el almacenaje de mercancías. |
| Almacenaje | Acción o efecto de guardar. |
| Capacitación | Acción de proporcionar conocimientos y habilidades para el desarrollo de una labor. |
| Embalaje | Acción de envolver un objeto que ya posee un previo empaque. |
| Empaque | Material que forma la envoltura de un objeto específico. |
| Foda | Metodología de estudio de la situación de una empresa representando sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. |

| | |
|----------------------|---|
| Incidente | Es cualquier daño ocasionado materialmente por una condición o acto inseguro. |
| Item | Nombre que recibe cada línea correspondiente a un número de parte o producto dentro de un <i>shipping list</i> . |
| Layout | Representa la distribución física de un espacio determinado dentro del almacén. |
| Organigrama | Es el gráfico que representa la jerarquía de puestos de una empresa. |
| Pasillo | Es el espacio físico entre <i>racks</i> , estanterías y gabinetes. |
| Shipping List | Documento que detalla la lista de repuestos correspondientes a un pedido para su extracción, facturación y despacho al cliente externo o interno. |
| Stock | Es la cantidad de inventario físico de los diferentes tipos de repuestos o productos en el almacén. |
| Will Call | Lugar asignado para el almacenaje temporal de los repuestos solicitados por un cliente y/o sucursal. |

RESUMEN

GENTRAC S.A. empresa subsidiaria de la corporación *Ferreycorp* del Perú, es líder en la representación de la marca CATERPILLAR en Guatemala desde el año 1964, siendo su actividad industrial la venta y arrendamiento de maquinaria pesada para construcción y/o movimiento de tierras, y la diversidad de repuestos para la distinta maquinaria que ofrece.

Debido al incremento del *stock* y el incremento en las actividades operativas en cada área, se han determinado problemas de la organización y pérdida de la trazabilidad de los repuestos o productos que se trabajan en cada área operativa, siendo estas recepción de aéreos, reposición de inventarios, repuestos re-manufacturados Reman y empaque; así mismo el espacio físico en bodega no se encuentra distribuido acorde a las operaciones que realiza cada área operativa, muestra de ello es no tener un espacio designado para el proceso de empaque de los repuestos, misma que se encarga del envío de repuestos a los diferentes clientes y sucursales.

Para la solución a la problemática, primeramente se desarrolla la reorganización de las áreas operativas, realizando un diagrama de relaciones de cercanía e importancia, tomando como punto base para la reorganización el andén de carga/descarga en bodega; para el área de recepción de aéreos se establece un espacio de 28 metros cuadrados y se propone un *rack* dinámico para el trabajo continuo de la mercadería; para el área de reposición de inventarios se establece un área de 109,22 metros cuadrados con la implementación de transportadores de rodillos a gravedad para mantener un flujo continuo de la mercadería.

Para el área de REMAN se establece un espacio de 48,6 metros cuadrados mejorando el espacio asignado anteriormente; y en la reorganización del área de empaque se establece un espacio de 30,96 metros cuadrados asignando en el mismo lugar los diferentes *Will Call* de sucursales.

Así mismo, se reorganiza e implementa el equipo de almacenamiento existente así como el nuevo, siendo estos *racks*, estanterías y gabinetes; estos últimos son reorganizados con los nuevos en módulos o secciones a dos niveles, formando mini *mezzanines* de gabinetes, aprovechando el espacio físico en bodega; los *racks* actuales en buen estado son reutilizados y se instalan los nuevos formando pasillos o tramos de *racks*, enumerándolos o nombrándolos como *Rack A*, *Rack B*, *Rack C*, *Rack D*, *Rack E*, *Rack F*, *Rack G*, *Rack H*, *Rack J*, utilizando los *Racks E* y *F* para almacenamiento de lubricante y herramienta de corte, el *Rack H* para el almacenaje de baterías y el *Rack J* para el almacenamiento de llantas. Para el almacenaje de las cuchillas y herramienta de mayor longitud se diseñó el *rack Cantiléver*.

Se desarrolla la producción más limpia en el área de llenado de baterías asignando un espacio adecuado para realizar la operación, así mismo se propone la reutilización de bolsas plásticas desperdiciadas en cada una de las áreas operativas.

Con la reorganización de las áreas operativas se realizó el diagnóstico de las necesidades de capacitación, desarrollando un plan anual para dar a conocer las nuevas formas de trabajo en cada una de las áreas operativas; así mismo se realizó la capacitación e inducción de los nuevos equipos de almacenamiento y la nueva codificación de almacenaje al personal de bodega.

OBJETIVOS

General

Reorganizar las principales áreas operativas y equipo de almacenamiento recomendado por CATERPILLAR, mejorando el control de inventarios en bodega.

Específicos

1. Establecer la ubicación estratégica de cada una de las áreas operativas para el mejoramiento de la recepción y envío de repuestos.
2. Establecer el espacio físico adecuado para las áreas operativas.
3. Realizar la distribución estratégica del nuevo equipo de almacenamiento (gabinetes, *racks*, estanterías o *bins*).
4. Realizar la modificación actual de los tubos de almacenamiento de mangueras hidráulicas para el aprovechamiento del espacio físico y altura de bodega, para abastecer el *stock* ubicado en gabinetes.
5. Realizar la codificación de localización y almacenaje en la nueva distribución del equipo de almacenamiento.
6. Establecer las condiciones adecuadas y espacio físico adecuado para el área de llenado de baterías y establecer, así mismo la reutilización de bolsas plásticas desechadas en las áreas operativas.
7. Desarrollar un plan de capacitación de acuerdo a la reorganización de las áreas operativas y verificar las necesidades de capacitación del personal en temas importantes dentro de bodega.

INTRODUCCIÓN

GENTRAC S.A., es una empresa que tiene como actividad productiva a nivel industrial la venta y arrendamiento de maquinaria pesada y liviana CATERPILLAR y venta de repuestos para el equipo ofrecido, misma que tiene la representación exclusiva de la marca en Guatemala desde 1964, siendo una empresa subsidiaria de la corporación *Ferreycorp* líder en la importación de bienes de Capital en Perú.

Este trabajo consiste en la aplicación de las diferentes estrategias acordes a la reorganización de las áreas operativas y la distribución del equipo de almacenamiento recomendado por Caterpillar. Para ello se desarrolla este documento en cuatro capítulos que dan solución a la problemática. En el primero se detalla la información general de GENTRAC y la industria en la cual realiza sus operaciones.

El segundo capítulo corresponde a la fase técnico profesional y en el cual se detalla el diagnóstico de la situación actual de cada una de las áreas operativas, el tipo de equipo de almacenamiento actual y las cantidades respectivas, así mismo la codificación utilizada para la localización de repuestos. En los siguientes apartados se realiza la reorganización estratégica de las áreas operativas, asignando el espacio adecuado en bodega y la distribución del equipo de almacenamiento. Esto es detallado en *layout's* que grafican el espacio físico disponible en bodega.

En el tercer capítulo se realiza el estudio aplicable en la producción más limpia en el análisis de desperdicios de bolsas plásticas y así poder establecer el espacio adecuado en el área de llenado de baterías, en el manejo de electrolito a base de ácido sulfúrico.

En el cuarto capítulo se desarrolla un plan de capacitaciones y adiestramientos respecto a las mejoras realizadas con el equipo de almacenaje y áreas operativas en bodega.

1. GENERALIDADES DE GENTRAC S.A.

1.1. Descripción de la empresa

GENTRAC es una empresa dedicada a la representación de la marca CATERPILLAR desde el año 1964 en el territorio guatemalteco, contribuyendo al desarrollo del país. En enero de 2010 se convierte en subsidiaria de *Ferreycorp*, corporación líder en importaciones de bienes de capital en Perú.

Perteneciendo a *Ferreycorp* asegura el liderazgo en Guatemala teniendo presencia en Teculután Zacapa, Morales Izabal, Quetzaltenango y en la ciudad capital, ofreciendo un respaldo completo en repuestos y servicios para todos los productos Caterpillar.¹

1.2. Misión

“Ser la mejor solución en equipos, respaldo al producto y opciones financieras, trabajando en conjunto con nuestros clientes.”

1.3. Visión

“Ser los mejores en proporcionar soluciones a nuestros clientes y satisfacción a nuestros empleados, con solidez financiera.”²

¹ Gentrac. <http://www.gentrac.com.gt/nosotros/historia>. Consulta: enero 2016.

² Gentrac. <http://www.gentrac.com.gt/nosotros/mision-vision-y-valores>. Consulta: enero 2016.

1.4. Valores

- “El cliente es primero
- Integridad y honradez
- Respeto por otros y el ambiente
- Profesionalismo
- Trabajo en equipo
- Innovación.
- Creatividad”³

1.5. Repuestos y servicios que ofrece

GENTRAC S.A., como principal actividad industrial tiene la venta y arrendamiento de maquinaria pesada y liviana, teniendo presencia en la construcción de carreteras, movimientos de tierra, desarrollos inmobiliarios, ofreciendo también Plantas Eléctricas, Motores Marinos, Motores Industriales, Motores Vehiculares, Montacargas; así como toda la gama de productos Caterpillar.

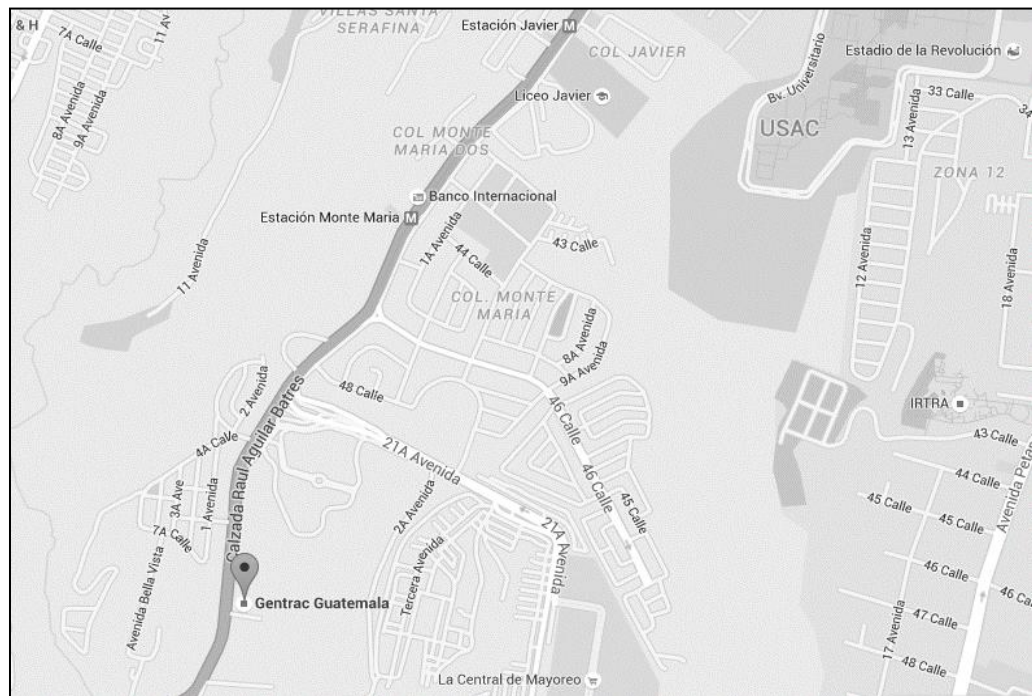
Teniendo el soporte al producto de repuestos para la diferente maquinaria de CATERPILLAR, siendo algunos de estos filtros, mangueras, acoples, tornillos, motores y demás línea de repuestos y servicios. GENTRAC S.A., en Guatemala tiene la distribución de la variedad de lubricantes MOBIL y, en el mercado de llantas, la representación de la marca MICHELIN, especialmente para el sector industrial.

³ Gentrac. <http://www.gentrac.com.gt/nosotros/mision-vision-y-valores>. Consulta: enero 2016.

1.6. Ubicación de la empresa

GENTRAC S.A. se encuentra ubicada al final de la Calzada Aguilar Batres, 54-41 zona 12.

Figura 1. Ubicación de GENTRAC S.A.



Fuente: Google Maps.

<https://www.google.com/maps/place/Gentrac+Guatemala+Zona+12+Villa+Nueva/@14.568106,-90.573367,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xd8167eac7ce24389!8m2!3d14.568106!4d-90.573367!hl=es>. Consulta: enero 2016.

1.7. Estructura organizacional

GENTRAC S.A., posee una estructura organizacional de tipo funcional, teniendo la característica de estar dividido por departamentos, dirigidos cada uno por un gerente y un director de departamento.

La jerarquía manejada es de tipo vertical debido a los diferentes niveles de autoridad, de gerente a director o jefe de departamento y subordinados, reflejando una comunicación vertical. El clima organizacional y la cultura están basados en los valores principales: trabajo en equipo y el respeto por otros y el ambiente.

Entre los departamentos de la empresa pueden detallarse los siguientes:

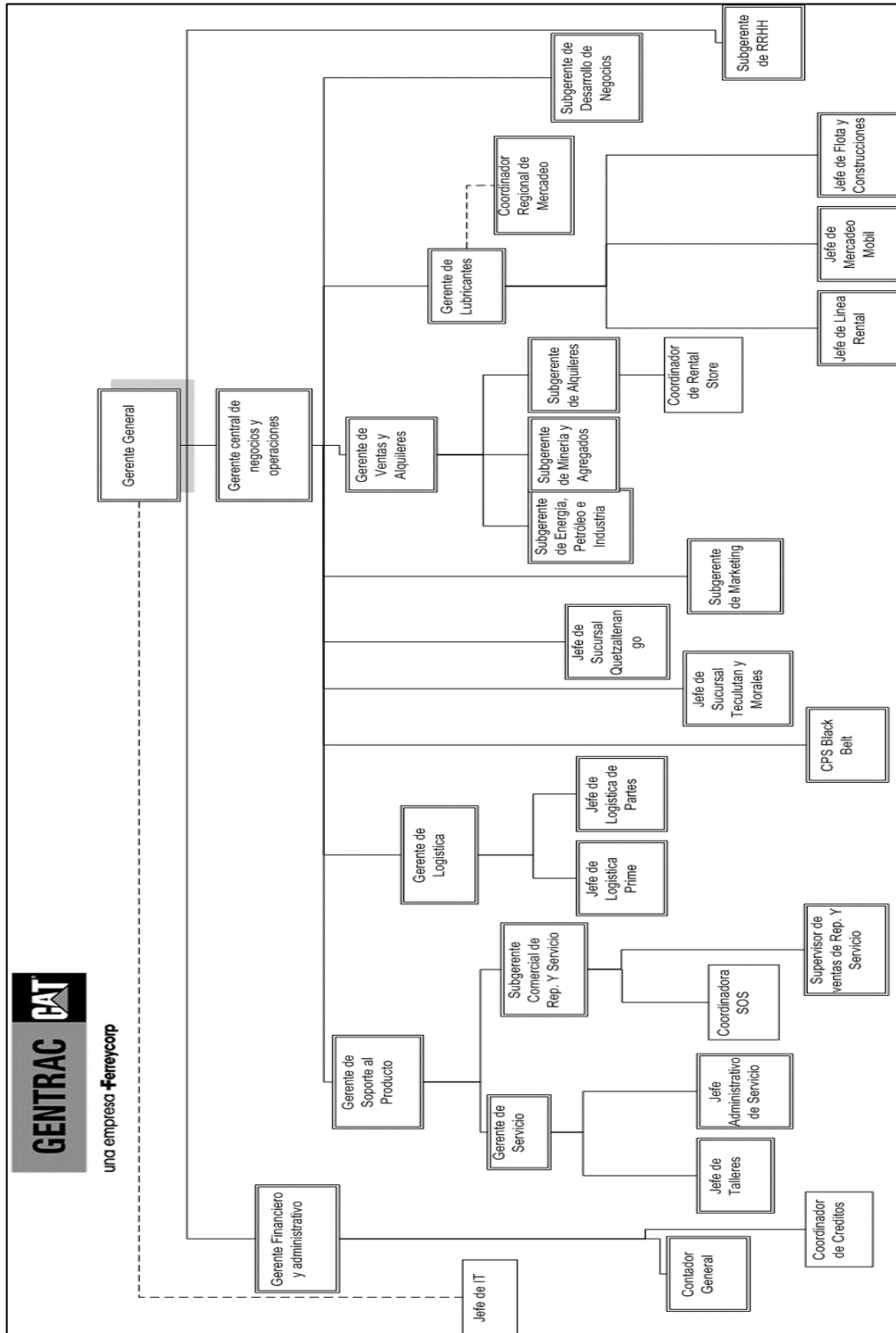
- **Dirección General:** es el área encargada dirigir las actividades, organizar y establecer responsabilidades a cada uno de los departamentos.
- **Recursos Humanos:** área que controla y organiza toda actividad referente a la administración del personal que labora en la empresa, como contrataciones, pagos de sueldos y capacitaciones del personal.
- **Financiera y Administrativa:** se encarga de llevar toda la actividad económica de la empresa como gastos, inversiones y costos que se generan en cada área.
- **Soporte al producto:** se dedica a la administración de los departamentos de servicios, contabilidad de servicios y los distintos talleres.

- Logística: esta área se encarga de la planeación, organización y delegación de responsabilidades a los distintos departamentos relacionados con el área, tales como transporte, bodega, inventarios, importaciones y el programa REMAN.
- Ventas y alquileres: organiza, planifica y delega responsabilidades a los distintos departamentos a su cargo como *marketing*, minería y agregados, y alquileres de maquinaria.
- Lubricantes: encargado de controlar las demandas de los distintos lubricantes, distribución y mercadeo de los mismos.⁴

La siguiente figura muestra el organigrama de la estructura organizacional de la empresa:

⁴ Información proporcionada por el departamento de RRHH. Consulta: marzo 2016.

Figura 2. Organigrama general



Fuente: Departamento de RRHH.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. REORGANIZACIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA

2.1. Diagnóstico de la situación actual

En bodega se encuentran las siguientes áreas operativas: recepción de aéreos (pedidos que ingresan con especificación vía aérea), reposición de inventarios, empaque, llenado de baterías, producto remanufacturado (REMAN), almacenaje de llantas y los diferentes *Will Call* (repuestos en espera de entrega).

Debido a la ubicación física en bodega y al espacio físico asignado a estas áreas se han tenido pérdidas de repuestos, tardanza en el despacho de repuestos al cliente o envíos a sucursales, traslape de repuestos trabajados y no trabajados por el escaso espacio físico asignado a recepción de aéreos, lo que permite no tener un control adecuado de sus repuestos.

Se han identificado incidentes de derrame de ácido de batería al no tener un área específica y adecuada para trabajar esta operación, el almacenaje de llantas no se realiza adecuadamente para el manejo manual, lo que ha provocado condiciones inseguras y algunos incidentes. También se ha tenido inconvenientes con el traslape de repuestos nuevos con los usados, por no tener el espacio necesario y tener cerca el almacenaje de repuestos nuevos y usados respecto al área de producto remanufacturado (REMAN).

Entre los problemas relacionados de forma general a lo anterior, se observaron los siguientes:

- En área de recepción de aéreos el espacio físico asignado no es suficiente para la cantidad de repuestos que se reciben periódicamente, provocando pérdida o tardanza en el seguimiento de un repuesto en particular.
- En área de reposición de inventarios se tiene área delimitada en piso frente a racks, obstruyendo la extracción de repuestos, aumento en la demanda de repuestos por parte de los clientes, lo que provoca saturación de repuestos en área asignada.
- En área de empaque, debido a la demanda de los clientes, la cantidad de cajas empacadas superan el espacio asignado, ya que actualmente solo se tiene delimitada un área en piso frente a un rack que contiene lubricante, obstruyendo la extracción de este producto y causando algún intercambio de mercadería a otro destino por el escaso espacio físico.
- Will Call, estos se encuentran retirados de las áreas de empaque y recepción de aéreos, quienes generalmente ubican o extraen repuestos para algún cliente específico, o bien alguna sucursal.
- En área REMAN no se tiene el espacio adecuado para almacenar los repuestos usados trabajados y en espera de ser trabajados, la misma está alejada del andén de carga y descarga.
- La operación de llenado de baterías no tiene un lugar designado ni las herramientas necesarias para asegurar la salud y seguridad ocupacional del personal.
- El almacenamiento de herramienta de corte está ubicado en patio a la intemperie provocando el deterioro por lluvia.
- El almacenamiento de llantas no es de forma segura para la extracción y manipulación manual.

2.1.1. Análisis FODA

- Fortalezas:
 - Principal distribuidor de la marca Caterpillar en Guatemala.
 - Maquinaria nueva y usada disponible para venta y arrendamiento.
 - Personal interno calificado para capacitaciones.
 - Cartera desarrollada de clientes.
 - *Stock* completo para la maquinaria Caterpillar ofrecida.
 - Talleres equipados con tecnología adecuada y personal altamente calificado.
 - Amplio espacio físico en bodega para repuestos.
 - Capital de inversión.
 - Distribuidor de lubricante Mobil y llantas Michelin en Guatemala.

- Oportunidades:
 - Nuevos proyectos de infraestructura y minería a nivel nacional.
 - Inversión pública en hidroeléctricas.
 - La competencia no posee personal calificado y capacitado en los productos Caterpillar.

- Debilidades:
 - Personal en bodega no capacitado.
 - Cantidad escasa de equipo de almacenamiento para repuestos pesados.
 - No se tiene área adecuada para almacenaje de llantas, lubricantes y herramienta de corte.
 - Áreas operativas no distribuidas estratégicamente y sin espacio físico adecuado asignado para sus operaciones en bodega.
 - En el control de inventarios se incumple en mantener los repuestos en la ubicación correcta y/o exacta.

- Amenazas:
 - Aumento de la competencia en similitud de productos ofrecidos.
 - Manifestación y cierres de proyectos por explotación minera.
 - Reducción de presupuesto nacional para inversión en infraestructura.

Figura 3. Matriz FODA

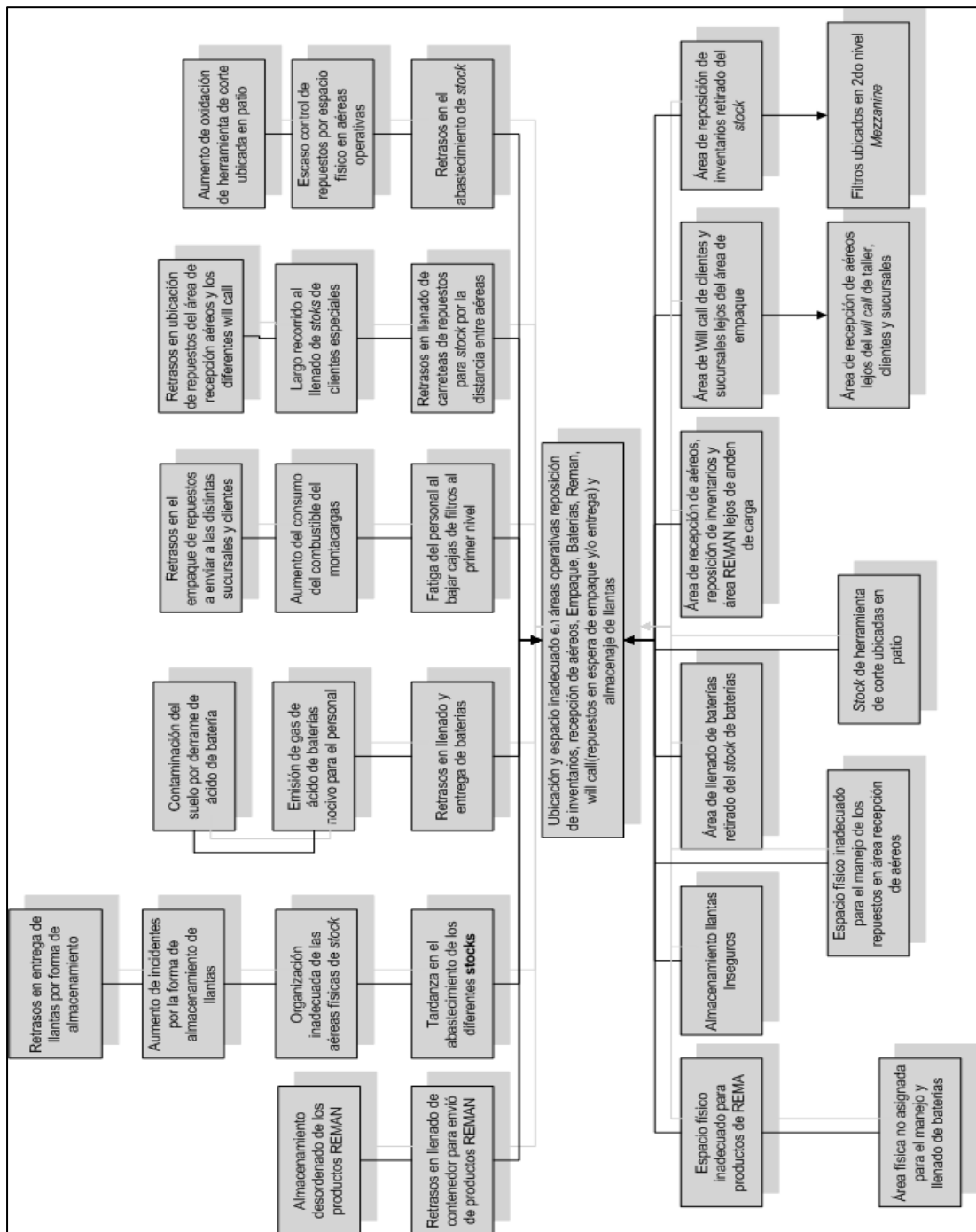
| | | |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">FACTORES INTERNOS</p> <p style="text-align: center;">FACTORES EXTERNOS</p> | <p>LISTA DE FORTALEZAS</p> <p>F1. Principal distribuidor de la marca Caterpillar en Guatemala.</p> <p>F2. Maquinaria nueva y usada disponible para venta y arrendamiento.</p> <p>F3. Personal interno calificado para capacitaciones.</p> <p>F4. Cartera de clientes desarrollada.</p> <p>F5. Stock completo para la maquinaria Caterpillar ofrecida.</p> <p>F6. Talleres equipados con tecnología adecuada y personal altamente calificado.</p> <p>F7. Amplio espacio físico en bodega para repuestos.</p> <p>F8. Capital de inversión.</p> <p>F9. Distribuidor de lubricante Mobil y llantas Michelin en Guatemala.</p> | <p>LISTA DE DEBILIDADES</p> <p>D1. Personal en bodega no capacitado.</p> <p>D2. Cantidad escasa de equipo de almacenamiento para repuestos pesados.</p> <p>D3. No se tiene área adecuada para almacenaje de llantas, lubricantes y herramienta de corte.</p> <p>D4. Áreas operativas no distribuidas estratégicamente y sin espacio físico adecuado asignado para sus operaciones en bodega.</p> <p>D5. En el control de inventarios se incumple en mantener los repuestos en la ubicación correcta y/o exacta.</p> |
| | <p>LISTA DE OPORTUNIDADES</p> <p>O1. Nuevos proyectos de infraestructura y minería a nivel nacional.</p> <p>O2. Inversión pública en hidroeléctricas.</p> <p>O3. La competencia no posee personal calificado y capacitado en los productos Caterpillar.</p> | <p>FO (Maxi-Maxi)</p> <p>1. Fortalecer la capacitación y especialización del personal de capacitación y soporte de los productos Caterpillar.</p> |
| <p>LISTA DE AMENAZAS</p> <p>A1. Aumento de la competencia en similitud de productos ofrecidos.</p> <p>A2. Manifestación y cierres de proyectos por explotación minera.</p> <p>A3. Reducción de presupuesto nacional para inversión en infraestructura.</p> | <p>FA (Maxi-Mini)</p> <p>1. Trabajar estrategia de fidelidad del cliente ofreciendo las alternativas de los productos Caterpillar.</p> | <p>DA (Mini-Mini)</p> <p>1. Reorganización estratégica de las áreas operativas y espacio físico en bodega para brindar un servicio de calidad.</p> <p>2. Establecer el equipo de almacenaje adecuado para lubricantes, llantas y herramienta de corte.</p> <p>3. Mejoramiento del Control de inventarios cumpliendo con mantener los repuestos en la ubicación correcta y cantidad correcta para satisfacer la necesidad del cliente.</p> |

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Árbol de problemas y objetivos

Para realizar el análisis de las causas que afectan al no tener ubicadas adecuadamente las áreas operativas con el espacio físico adecuado y los problemas antes mencionados, se desarrolla el árbol de problemas y objetivos detallado en la figura 4 y 5.

Figura 4. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

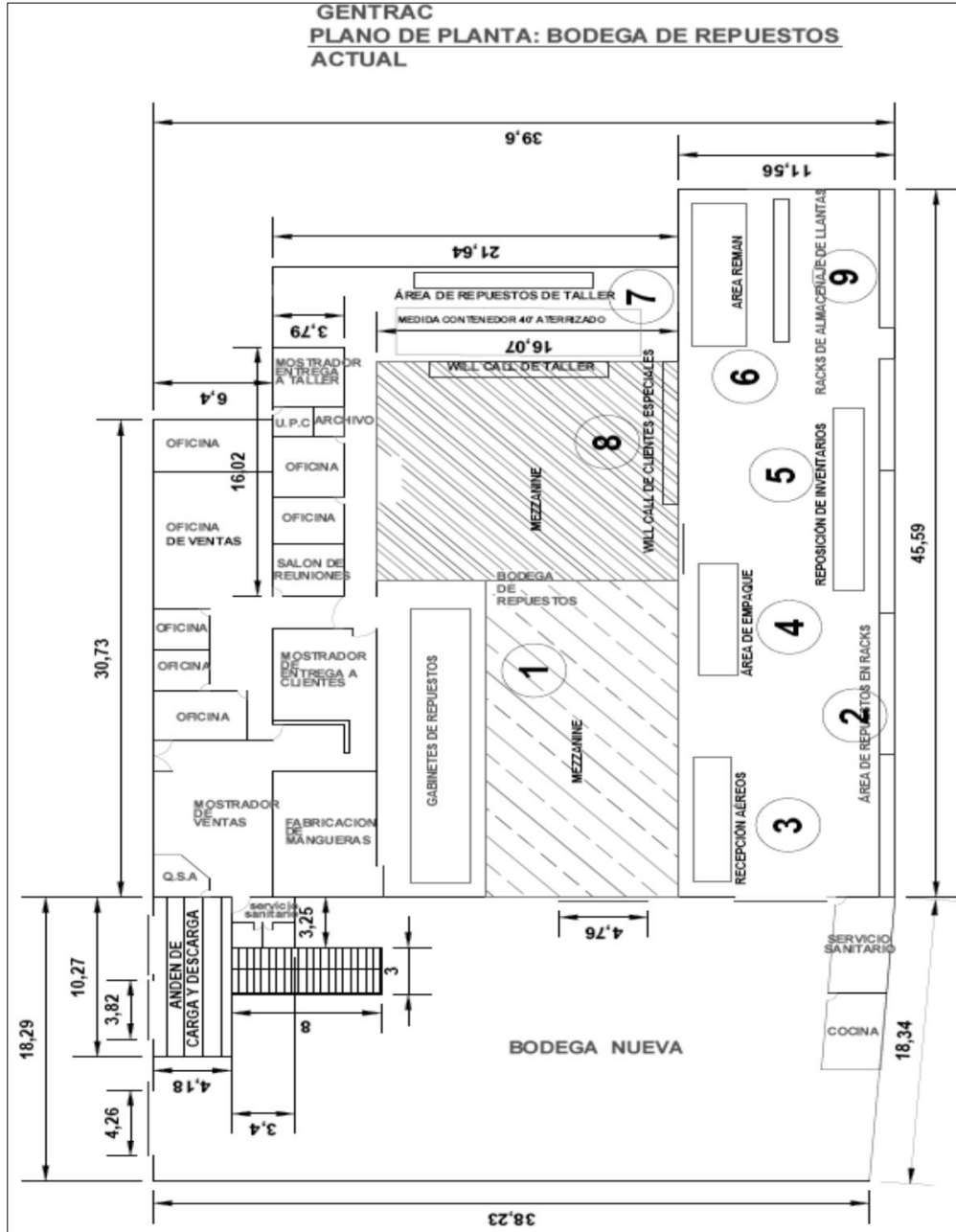
2.1.3. Ubicación actual de áreas operativas y equipo de almacenamiento en bodega

En la figura 6 muestra la ubicación actual del equipo de almacenamiento gabinetes, *racks* y estanterías o *bins*. Estas últimas se encuentran en área de *mezzanine*, de la misma manera se identifica el lugar en donde actualmente se tienen establecidas las áreas operativas reposición de inventarios, recepción de aéreos, REMAN, empaque y los diferentes *Will Call* utilizados para el almacenaje de repuestos en espera de entrega a clientes especiales, sucursales y pedidos de taller.

Estos se enumeran en la figura de la siguiente manera:

1. Área de gabinetes y *mezzanine* de estanterías o *bins*
2. Área de *racks*
3. Área de recepción de aéreos
4. Área de empaque
5. Área de reposición de inventarios
6. Área REMAN
7. Área de repuestos de taller y *Will Call* de taller
8. Área de *Will Call* de clientes especiales
9. Área de almacenaje de llantas

Figura 6. Plano actual de bodega



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Áreas operativas

Se identifica como área operativa a toda aquella que tiene las actividades de procesar, almacenar y servir los productos o repuestos ofrecidos.

2.1.4.1. Áreas de entrada

Estas áreas son las involucradas en recibir los productos o repuestos para abastecer el *stock* en bodega y los productos específicos de los diferentes clientes, internos o externos.

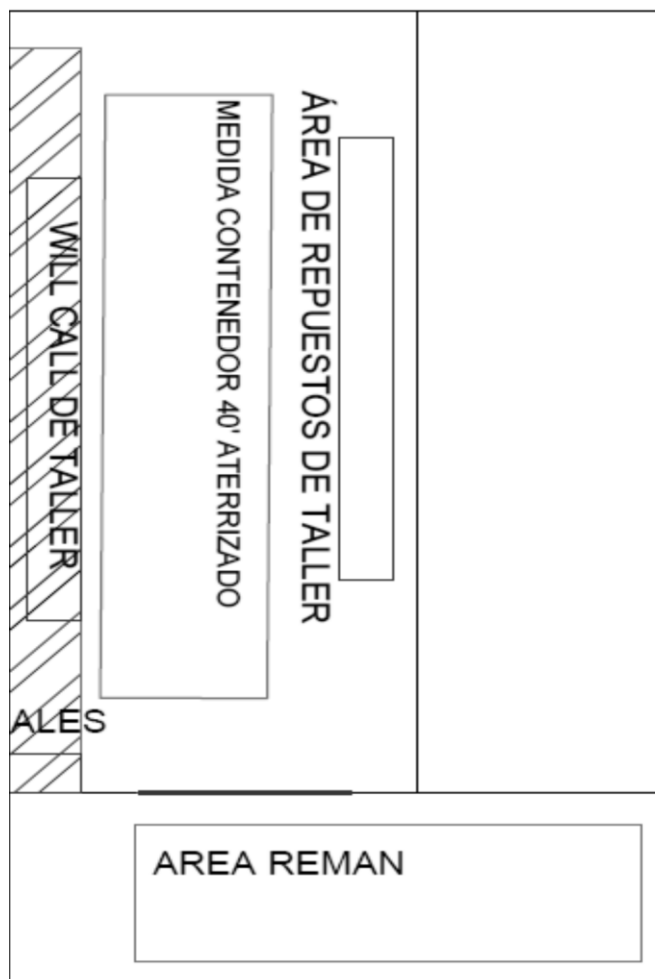
- **Área de producto remanufacturado (Reman)**

En esta área se almacenan todos los repuestos usados que ingresan a bodega por venta de un repuesto nuevo remanufacturado, estos son inspeccionados y calificados de acuerdo a criterios de aceptación de Caterpillar para luego ser exportados a la fábrica de remanufacturación de Caterpillar en EEUU.

La siguiente figura muestra el proceso actual de trabajo en el área de producto remanufacturado (REMAN).

El espacio físico actualmente utilizado para la operación de inspección, calificación, clasificación y almacenaje de los repuestos usados ocupa un área de 3,5 x 6 metros cuadrados, y para preparación de la carga para posteriormente ser colocada dentro de un contenedor de 40 pies se tiene el área aterrizada de 2,30 x 12 metros cuadrados. Esta área es controlada por dos personas, una que trabaja las actividades operativas y el supervisor de dicha área quien también realiza actividades operativas y administrativas.

Figura 8. **Espacio físico actual en área de producto remanufacturado (REMAN)**



Fuente: elaboración propia.

De los problemas encontrados en esta área pueden mencionarse los siguientes:

- El espacio para la inspección, calificación, clasificación y almacenaje no es totalmente amplio para la cantidad de repuestos que se reciben para el periodo de exportación.
- Espacio asignado para la preparación de carga en el contenedor es adecuado ya que se organiza de acuerdo al tamaño físico del mismo, pero no es una buena práctica ya que no se aprovecha correctamente el espacio en esta área.
- Se encuentra alejado del andén de carga y descarga, lo que hace más tardado el proceso de carga de contenedores para exportación de los repuestos remanufacturados.

Figura 9. **Área de producto remanufacturado (REMAN)**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Para la solución de estos problemas en esta área se plantea lo siguiente:

- Establecer el espacio físico adecuado para que las actividades de la preparación, inspección, clasificación y calificación se realice de forma correcta y segura.
- Eliminar el área de distribución de carga en el espacio que simula las dimensiones físicas de longitud y ancho del contenedor, realizando la distribución de la carga en *racks*, aprovechando el espacio aéreo y el espacio de piso adecuadamente.
- Reorganizar estratégicamente el área respecto al andén de carga/descarga debido a que se realiza la actividad de recepción de repuestos usados y la carga de los mismos en contenedores para exportación.

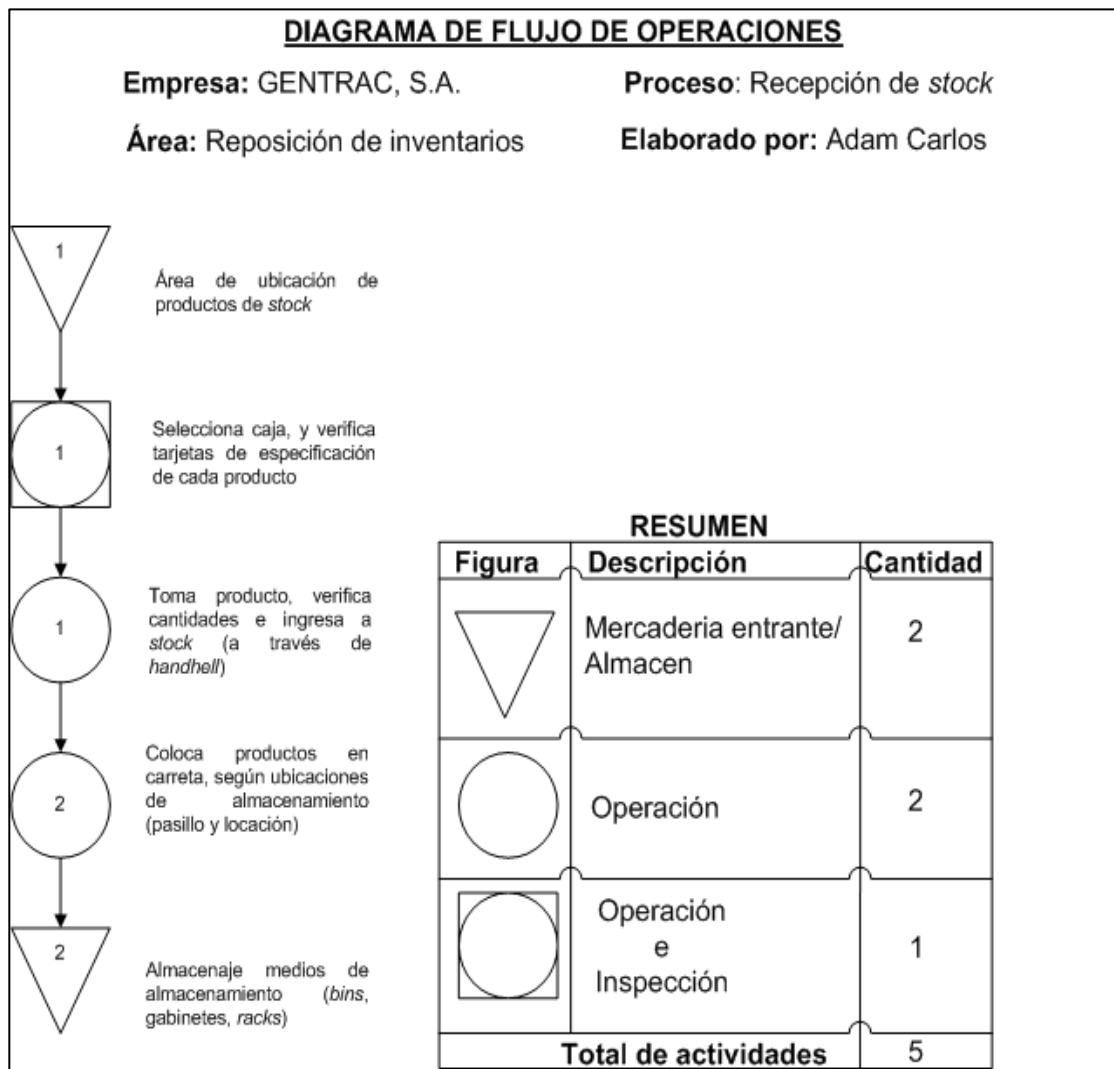
- **Área de reposición de inventarios**

En esta área se reciben físicamente todos los productos o repuestos que ingresan para abastecer el *stock* en bodega, los mismos son inspeccionados, contados y cargados al sistema.

Se tienen asignadas tres personas quienes realizan las diferentes actividades, una persona encargada de seleccionar, inspeccionar y contar los repuestos verificando que ingresan las cantidades correctas y el producto correcto para luego realizar la separación de los repuestos por área de almacenaje en bodega, siendo estos *racks*, estanterías o *bins* y gabinetes. Las siguientes dos personas son quienes ingresan los repuestos físicamente a la locación designada en las áreas mencionadas, para luego ser cargadas al sistema.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo del proceso principal actual de dicha área:

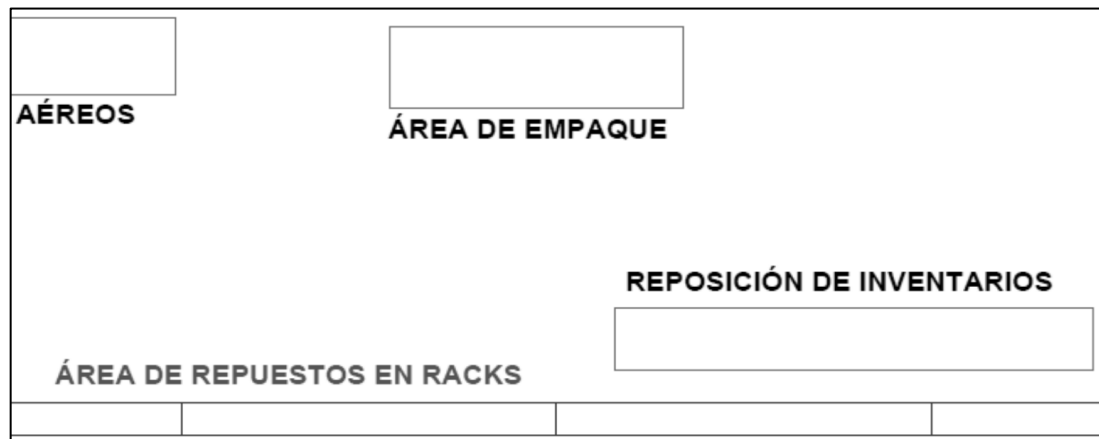
Figura 10. **Diagrama de flujo actual de área de reposición de inventarios**



Fuente: elaboración propia.

El espacio físico actualmente asignado para esta área operativa es de 5 x 15 metros cuadrados, donde se ubican las cajas de repuestos para ser trabajados incluyendo el área de la persona encargada en la selección, inspección, conteo y separación de repuestos para el ingreso a *stock*.

Figura 11. **Espacio físico actual de área de reposición de inventarios**



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la ubicación actual del área y las actividades que se realizan, se pueden identificar los siguientes problemas:

- El área se encuentra alejada del área de andén de carga/descarga donde se recibe los repuestos que ingresan para abastecer *stock* en bodega, lo que provoca descontrol en la ubicación de la mercadería en el área para ser trabajada.
- La ubicación actual obstruye la extracción de repuestos en los *racks*, aunque los que se obstruyen contienen repuestos que pueden ser manejados manualmente, pero no es una forma adecuada realizarlo de dicha manera ya que debido a la obstrucción se tienen retrasos en la extracción y localización de repuestos.

- Los repuestos separados para ser colocados en las diferentes áreas de almacenamiento son colocados en una carreta, muchas veces una carreta contiene repuestos que deben ser colocados en diferentes áreas lo que puede causar una confusión y colocar repuestos donde no corresponden, provocando también el extravío de los mismos.

Figura 12. **Área de reposición de inventarios**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Para tener un espacio adecuado en esta área y el flujo de las operaciones sea continuo para el personal, se plantea lo siguiente:

- Reorganizar el área en bodega, tomando en cuenta que debe estar cerca al andén de carga/descarga debido a que en esta área se recibe la mercadería de repuestos constantemente.

- Implementación de transportadores dinámicos para un flujo continuo de la mercadería, colocando uno directamente para las cajas de repuestos que ingresan para ser trabajadas y otro transportador para ubicar los repuestos que ya son inspeccionados y separados por áreas de almacenamiento utilizando cajas plásticas para evitar extravíos y consolidar los repuestos por área en una sola caja plástica.
- Establecer el lugar de trabajo con escritorio y silla para la persona encargada de la separación de repuestos, incluyendo computadora para digitalizar y cargar los repuestos al sistema.

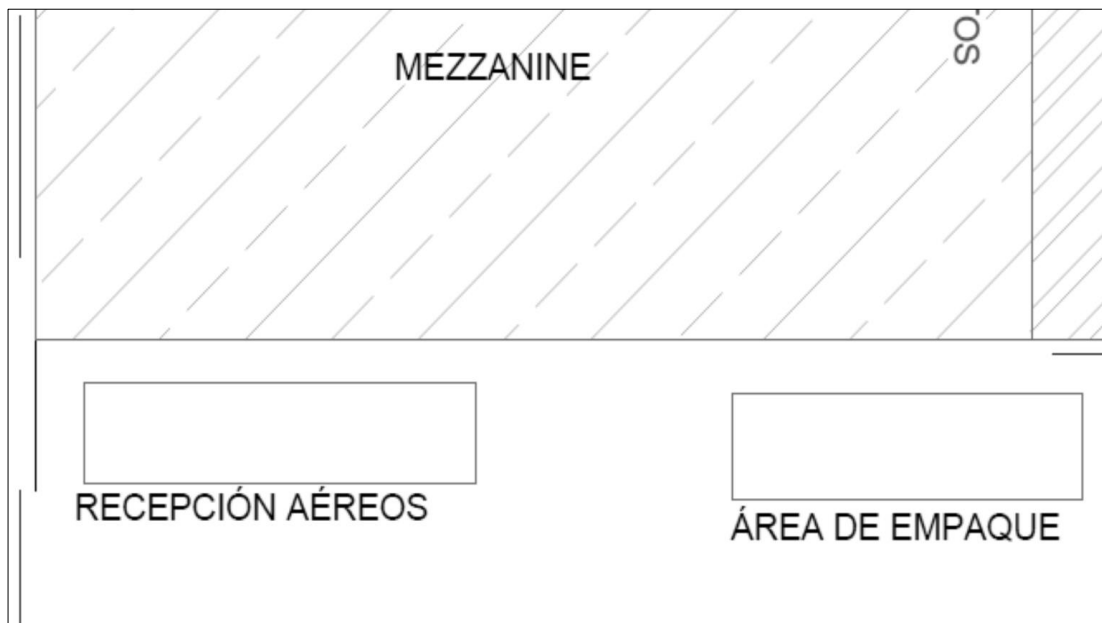
- **Área de recepción de aéreos**

En esta área ingresa la mercadería de repuestos que son solicitados por vía aérea debido a la urgencia del cliente y necesidades de repuestos especiales en *stock*. Se tiene una persona asignada quien realiza la inspección, conteo, separación y carga de los repuestos recibidos al sistema. Otra de las actividades realizadas es colocar los repuestos que ingresan como emergencias en el *Will Call* de clientes especiales, sucursales y pedidos del área de taller de servicios.

En la siguiente figura se muestra el proceso actual manejado para la operación en esta área:

El espacio físico actual en esta área de trabajo es de 3,5 x 6 metros cuadrados y el espacio asignado para colocar la mercadería de repuestos entrantes para ser trabajados es de 9 x 5 metros cuadrados, respectivamente.

Figura 14. **Espacio físico actual de área de recepción de aéreos**



Fuente: elaboración propia.

Entre los problemas encontrados en esta área debido a la ubicación y el espacio físico asignado pueden describirse los siguientes:

- El área se encuentra lejos del andén de carga/descarga.
- Debido al espacio insuficiente para almacenar los repuestos trabajados y los repuestos por trabajar se pierde la trazabilidad de los mismos e identificación.

- Debido a la ubicación y la cantidad de cajas de repuestos que se reciben para ser procesados, en ocasiones provoca la obstrucción del pasillo de paso de montacargas estableciendo una condición insegura para la persona y la mercadería recibida.

Figura 15. **Área de recepción de aéreos**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Para solventar los problemas encontrados se plantea las siguientes mejoras:

- Ubicar estratégicamente el área, tomando en consideración que recibe repuestos directamente del andén de carga/descarga.
- Asignar un espacio adecuado para el manejo de la mercadería de acuerdo a la cantidad de cajas que ingresan periódicamente.
- Mejorar la estación de trabajo de manera que tenga una visión cómoda y control de los repuestos.

Implementación de un *rack* dinámico el cual pueda servir al operario como *picking* en el ingreso de cajas pequeñas de repuestos cuales pueden ser manipuladas manualmente.

2.1.4.2. Áreas de salida

Estas áreas son las involucradas en los procesos o actividades de servir los productos o repuestos solicitados por los diferentes clientes internos o externos, sucursales o envíos específicos.

- **Área de mostrador de clientes**

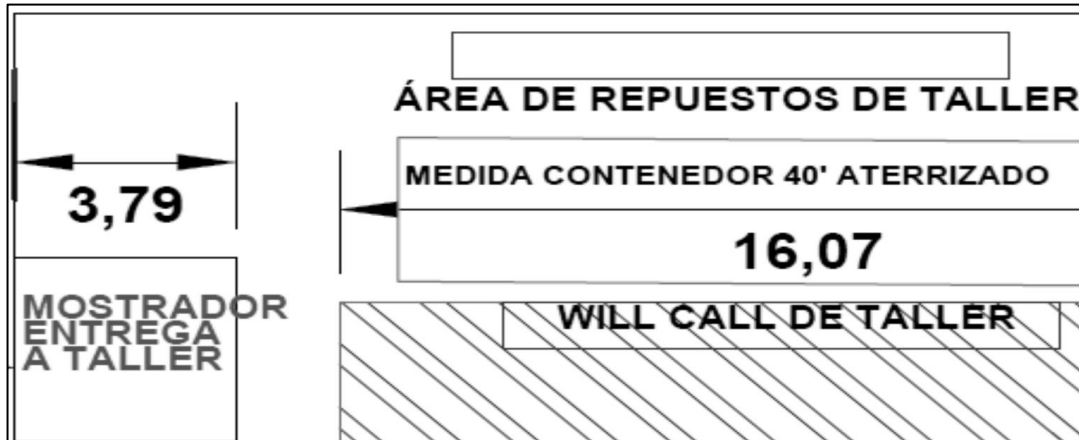
En esta área se entregan los repuestos que el vendedor de mostrador solicita a bodega por medio de un *shipping list* que contiene todos los *ítems* o repuestos que un cliente requiere. El personal de bodega extrae los repuestos solicitados en el *shipping list* y son empacados en bolsa, para luego entregar en el mostrador de clientes.

- **Área de mostrador de taller**

Los repuestos solicitados por los diferentes talleres son solicitados por medio de un *shipping list*, los mismos son extraídos por el personal de bodega y entregados en dicha área, también se da el caso en que se juntan todos los repuestos solicitados para una orden de trabajo y los mismos son almacenados en los diferentes *Will Call* perteneciente a cada uno de los talleres con el nombre específico del técnico solicitante. Para la realización de las actividades operativas en esta área se tienen asignados cinco bodegueros.

En la siguiente figura se muestra el espacio físico asignado para el desarrollo de las operaciones.

Figura 16. **Espacio físico actual de área de mostrador de taller**



Fuente: elaboración propia.

Los problemas identificados en esta área son los siguientes:

- El limitado espacio físico asignado para el almacenamiento de los repuestos en los diferentes *Will Call* designados para esta área, mismo que se ve afectado debido a la obstrucción del espacio por la delimitación asignada de las dimensiones de un contenedor simulado en piso para el almacenaje de las cajas para exportación en el área de remanufacturados (REMAN).

Para solucionar el problema de espacio necesario se plantea lo siguiente:

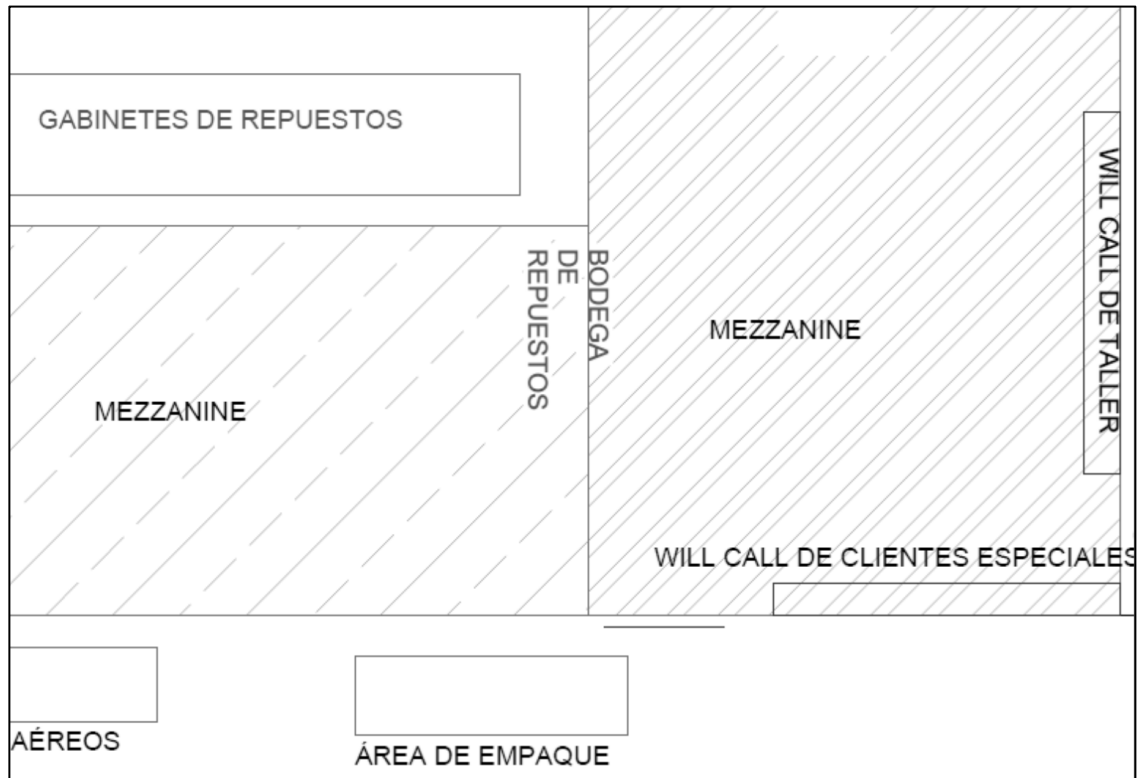
- Con la modificación y reorganización del área REMAN en bodega, aprovechar el espacio que simula las dimensiones de un contenedor de carga para la ampliación del espacio físico para el almacenamiento de repuestos pedidos en órdenes de trabajo por los diferentes talleres y organizar adecuadamente los *Will Call* colocando *racks* para cada uno de ellos.

- **Área de empaque**

En esta área se preparan todos los pedidos de los clientes, solicitados para algún destino específico, así como también los requeridos por las diferentes sucursales. El personal de empaque es el encargado de extraer los repuestos que se encuentran almacenados en los *Will Call* de clientes y de sucursales para ser embalados para un posterior envío; esto por medio de uno de los proveedores de paquetería, siendo estos actualmente Guatex, Cargo Expreso y Litegua. El personal operativo designado para esta área consta de dos personas.

En la siguiente figura se muestra el proceso actual de las operaciones en el empaque de repuestos y envío a los diferentes clientes y sucursales.

Figura 18. **Espacio físico actual de área de empaque**



Fuente: elaboración propia.

De los problemas encontrados en esta área se detallan los siguientes:

- El área se encuentra lejos del área de andén de carga/descarga.
- El espacio físico asignado es escaso para la cantidad de paquetería que se prepara para envío.
- Debido al poco espacio asignado no se tiene un control adecuado de qué mercadería debe ir para un destino específico, lo cual ha provocado envíos equivocados.
- Los *Will Call* de clientes y sucursales no se encuentran cerca, lo que provoca retrasos en empaques.
- No se tiene un área específica para almacenar las cajas que utilizan para empaque.

- Por la ubicación actual se tiene la obstrucción de *rack* de lubricantes, lo que provoca retrasos en su despacho.

Figura 19. **Área de empaque**



Fuente: interior bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Para la solución de estos problemas se plantea lo siguiente:

- Reorganizar estratégicamente el área, tomando de referencia el andén de carga/descarga.
- Implementar la colocación de computadora, escritorio y archiveros para el control de sus envíos y almacenaje de papelería de los mismos.
- Colocar los diferentes *Will Call* en la misma área de empaque, ubicándolos en *racks* y, de la misma manera, tener el *stock* de cajas para empaque en la misma área.

2.1.5. Codificación actual de localización de repuestos

En bodega actualmente se manejan tres codificaciones para localización de repuestos en gabinetes, estanterías o *bins* y *racks*.

Basando el recorrido por pasillos en forma de calles y avenidas para las ubicaciones en gabinetes y estanterías, para el almacenaje en *racks* se realiza por número de nivel, de arriba hacia abajo.

2.1.5.1. Nomenclatura y símbolos

- **Localización de repuestos en gabinete⁵**

La codificación actual para la localización de repuestos en gabinetes se realiza de acuerdo a un recorrido por pasillo. Para entender la codificación actual se ejemplifica de la siguiente manera:

Ejemplo de ubicación: **AB12C34**

(AB) → Indica el pasillo, incluyendo ambos lados de este (similar al nombre de la calle de una ciudad).

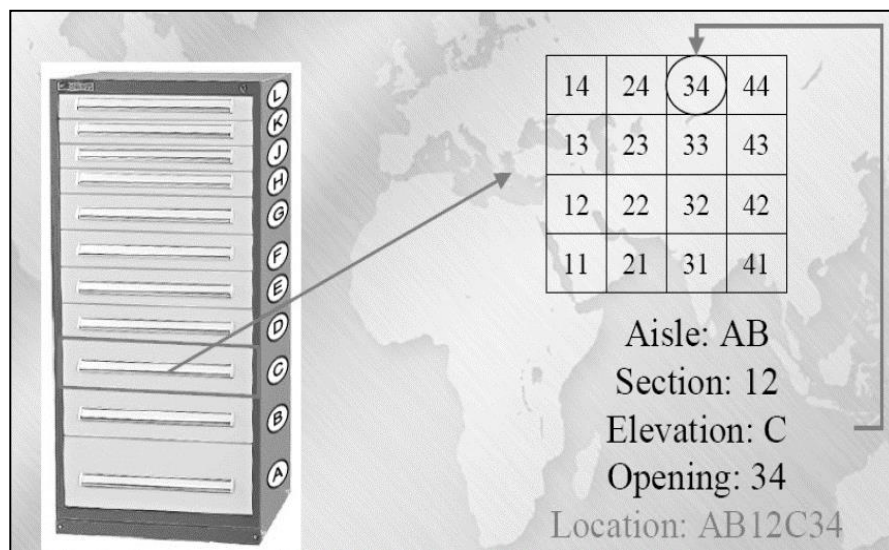
(12) → Indica la sección dentro del pasillo o número de gabinete, los números pares representan el lado derecho del pasillo y los impares el lado izquierdo.

⁵ *Warehousing Guide Book body* Caterpillar. Consulta: mayo 2015. p.4-17.

(C) → Indica la elevación en la sección respectiva o gaveta, es decir significa cuan alto por encima del suelo se encuentra ubicado el repuesto o en qué gaveta se encuentra.

(34) → Indica la ubicación exacta en la elevación o gaveta indicada.

Figura 20. **Locación en gabinetes**



Fuente: *Warehousing Guide Book* body Caterpillar. Consulta: mayo2015. p. 4-17.

El pasillo asignado entre gabinetes actualmente es de 1,60 metros.

Figura 21. **Pasillo actual entre gabinetes**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

- **Localización de repuestos en estantería o *bin***

Para la ubicación de los repuestos en estantería actualmente se realiza la codificación por número de pasillo o tramo de estanterías; para explicación se ejemplifica de la siguiente manera:

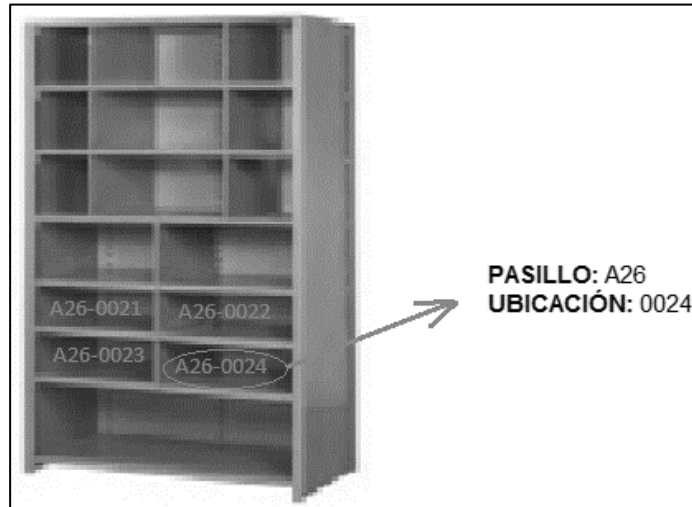
Ejemplo de ubicación: **A26 - 0024**

(A26) → Indica el pasillo o tramo de estanterías

(0024) → Indica la ubicación exacta en el pasillo o tramo de estanterías

La codificación actual empieza con el número de pasillo seguido por la ubicación exacta enumerando continuamente, es decir no se toma por sección o número de estantería sino se toma como un solo tramo en el pasillo, empezando a enumerar de arriba hacia abajo hasta el final del pasillo, por ejemplo, puede empezar por A26-0001 y finalizar el pasillo en A26-0545.

Figura 22. **Locación en estantería o bin**



Fuente: Bodega de GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

El espacio asignado actualmente de pasillo entre tramos de estanterías es de 90 centímetros.

Figura 23. **Pasillo actual entre estanterías**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

- **Localización de repuestos en *rack***

Para la ubicación de repuestos en *racks*, estos son codificados por número de nivel, seguidamente de la ubicación exacta; se maneja la misma metodología que en estanterías respecto a la enumeración continua de los niveles en *racks* ya que estos actualmente tienen solo 4 niveles. Para el entendimiento correcto se ejemplifica de la siguiente manera:

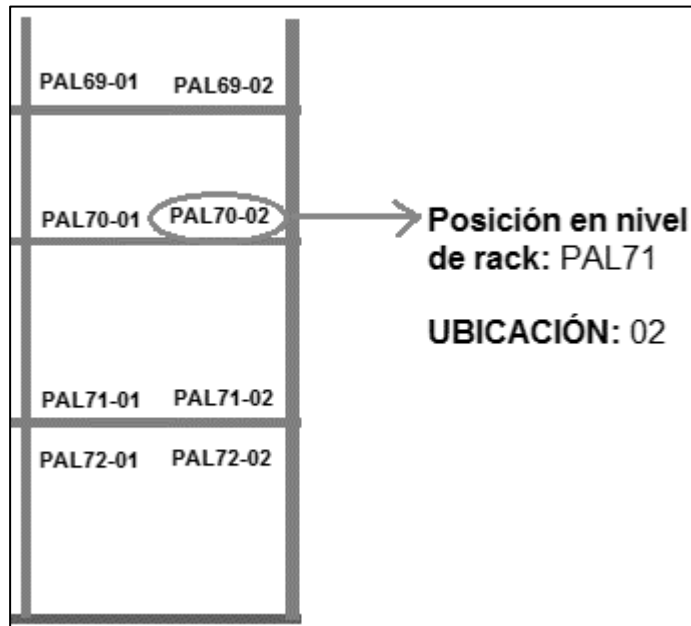
Ejemplo de ubicación: **PAL69-01**

(PAL69) → Indica la posición en el nivel del *rack* en el correlativo continuo

(0024) → Indica la ubicación exacta en la posición de nivel de *rack*

La codificación continua se refiere a que en el tramo de *racks* se empieza a enumerar de arriba hacia abajo correlativamente hasta finalizar el tramo de *racks*, es decir una locación al inicio empieza en el último nivel PAL69-01 y termina con PAL69-10; el siguiente nivel empieza con PAL70-01 y finaliza con PAL70-10, así sucesivamente.

Figura 24. **Locación en racks**



Fuente: Bodega de GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

Para tener acceso a los repuestos se tiene un solo pasillo central de 3,80 metros.

Figura 25. **Pasillo central entre racks**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

2.1.5.2. Clasificación por zonas

La bodega está dividida en tres zonas:

- **Zona de *picking* y preparación de pedidos**

En esta zona se tienen localizados los repuestos con altos índices de rotación y cercanos al área de mostrador de clientes.

La misma se conforma por el área de gabinetes y el área de estanterías que también se encuentra en el *mezzanine*. Esta es la estructura formada a dos niveles, algunos repuestos de alta rotación se encuentran en el *mezzanine* lo cual causa retrasos en algunos pedidos.

Figura 26. **Zona de *picking***



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

- **Zona operativa y de *racks***

En esta zona se encuentran ubicadas actualmente las áreas operativas de estudio siendo estas, reposición de inventarios, empaque, recepción de aéreos y producto remanufacturado (REMAN).

Almacenamiento de repuestos de dimensiones grandes y peso mayor a 60 libras que son ubicados en los *racks* que para su manipulación se necesita de ayuda de un *pallet* manual o bien de montacargas; los mismos tienen una media o baja rotación.

Los repuestos encontrados almacenados en esta zona son llantas, tarimas completas de baterías, toneles de lubricantes, cubetas de lubricantes, tarimas completas de lubricante en galón y alguna herramienta de corte.

Figura 27. **Zona operativa y de *racks***



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

- **Zona de Carga y Descarga**

Sector donde se gestiona todas las entradas y salidas de producto, la revisión de notas de envío, facturas de entrada y el traslado de mercadería a cada área operativa.

Figura 28. **Andén de carga y descarga**



Fuente: interior de bodega GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

2.1.6. Equipo actual de almacenamiento

2.1.6.1. *Racks*

En este tipo de equipo de almacenamiento se ubican repuestos pesados y grandes que normalmente se manipulan en *pallets* manuales y montacargas.

Figura 29. ***Racks de almacenamiento actual***



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

El pasillo actual para el tránsito de montacargas es de 3,80 metros, como bien se puede observar en la imagen no se tiene el espacio accesible para estibar carga en los *racks*; los del lado derecho se obstruyen con repuestos para trabajar del área de reposición de inventarios y los del lado izquierdo obstruidos por repuestos y paquetes del área de empaque, esto ocasiona retrasos en la ubicación de los diferentes repuestos en *racks*, no aprovechando al máximo el espacio físico en bodega.

2.1.6.2. Gabinetes

Actualmente en gabinetes se almacena la mayor parte de repuestos con altos índices de rotación, los mismos se encuentran cerca del área de despacho; estos *ítems* o repuestos son de dimensiones considerables para una manipulación manual.

Figura 30. **Gabinetes de almacenamiento actual**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

2.1.6.3. Estantería o *bin*

Este equipo de almacenaje actualmente forma parte de la zona de *picking* al igual que los gabinetes, estos almacenan repuestos de tamaño considerable para un manejo manual para una fácil extracción y empaque, se encuentra cerca al área de despacho.

Figura 31. **Estantería o *bin***



Fuente: *Warehousing Guide Book Body* Caterpillar. Consulta: mayo 2015. p. 4-18.

El conjunto de estanterías forma el Área de *Mezzanine* ya que se tiene formada con la estructura de las estanterías a 2 niveles, entre cada una se tiene un pasillo de 90 cm.

Figura 32. **Estantería o *bin* de almacenamiento actual**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: mayo 2015.

2.1.6.4. Conteo de equipo de almacenamiento actual

Se realizó un conteo de gabinetes, *racks* y estanterías o *bins*, que actualmente forman el equipo de almacenaje, esto para establecer las cantidades en buen estado y mal estado que puedan reutilizarse en la reorganización de la bodega.

En cada una de las tablas siguientes se identifica como:

BE= equipo en buen estado

ME= equipo en mal estado

Tabla I. Cantidad de gabinetes en bodega

| Tipo de equipo | Dimensiones | | | | | | Cantidad BE | Cantidad ME |
|----------------|-------------|-------|------|----------|-------|------|-------------|-------------|
| | Metros | | | Pulgadas | | | | |
| | Largo | Ancho | Alto | Largo | Ancho | Alto | | |
| Gabinetes | 0,705 | 0,762 | 1,50 | 27,75 | 30 | 59 | 73 | 0 |
| | 0,705 | 1,143 | 1,50 | 27,75 | 45 | 59 | 10 | 0 |
| Total | | | | | | | 83 | 0 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Cantidad de estanterías o *bins* en bodega

| Tipo de equipo | Dimensiones | | | | | | Cantidad BE | Cantidad ME |
|----------------|-------------|-------|------|----------|-------|------|-------------|-------------|
| | Metros | | | Pulgadas | | | | |
| | Largo | Ancho | Alto | Largo | Ancho | Alto | | |
| Estanterías | 0,305 | 1,162 | 2,37 | 12 | 46 | 93 | 84 | 0 |
| | 0,405 | 1,162 | 2,37 | 16 | 46 | 93 | 319 | 0 |
| | 0,91 | 1,06 | 2,37 | 36 | 42 | 93 | 26 | 0 |
| | 1,02 | 1,02 | 2,4 | 40 | 40 | 93 | 2 | 7 |
| Total | | | | | | | 431 | 7 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Cantidad de *racks* en bodega

| Tipo de equipo | Dimensiones | | | | | | Cantidad BE | Cantidad ME |
|----------------|-------------|-------|------|----------|-------|------|-------------|-------------|
| | Metros | | | Pulgadas | | | | |
| | Largo | Ancho | Alto | Largo | Ancho | Alto | | |
| <i>Racks</i> | 0,9 | 2,44 | 3,50 | 35 | 96 | 138 | 28 | 0 |
| | 1,06 | 2,74 | 3,05 | 42 | 107 | 120 | 5 | 0 |
| | 1,06 | 2,00 | 3,05 | 42 | 79 | 120 | 1 | 0 |
| | 0,81 | 2,80 | 3,75 | 32 | 110 | 148 | 9 | 0 |
| Total | | | | | | | 43 | 0 |

Fuente: elaboración propia.

2.2. Equipo de almacenamiento recomendado por Caterpillar

Caterpillar recomienda ciertos parámetros en los diferentes medios de almacenamiento basado en el historial de inventario de acuerdo a la cantidad de *ítems* o repuestos que posee GENTRAC en su *stock*, estableciendo las cantidades necesarias y diseños del equipo de almacenamiento.

2.2.1. Racks

Caterpillar, para el uso adecuado del espacio físico en bodega, recomienda *Racks* que tengan dimensiones de 96 pulgadas de frente, 42 pulgadas de fondo y 24 pies altura, estableciendo alturas dentro de cada *rack* de 32 y 50 pulgadas respectivamente.

La siguiente figura muestra el resumen del análisis realizado por Caterpillar para establecer la cantidad de *racks* necesarios para la reorganización de repuestos, donde la última columna indica la cantidad necesaria de cada uno.

Figura 33. Dimensiones y cantidades necesarias de racks

| Storage Concept | Concept ID | Opening Description | Rack Box Dimensions | | | | | | Qty Parts Assigned to Location Type from Staging | Storage Locations by Concept ID per Elevation | Estimated Elevations Required per Concept ID | Clearance Height per Elevation (Inches)* | 32" Rack Sections Required per Rack | | |
|-----------------------|------------|---|---------------------|------|--------|------|--------|------|--|---|--|--|-------------------------------------|---|------------|
| | | | Length | | Width | | Height | | | | | | | | |
| | | | Inches | MM | Inches | MM | Inches | MM | | | | | | | |
| Large Part Rack (LPR) | #1 | #1 Pallet: 42"D x 32"W x 32"H @ 1666 lbs | 44 | 1118 | 29.00 | 737 | 29.00 | 737 | 309 | 345 | 3 | 115 | 32 | 9 | 12,777,778 |
| Large Part Rack (LPR) | #2 | #2 Pallets: 42"D x 48"W x 32"H @ 2500 lbs | 44 | 1118 | 47.00 | 1194 | 29.00 | 737 | 48 | 69 | 2 | 35 | 32 | 9 | 3,888,889 |
| Large Part Rack (LPR) | #3 | #3 Pallet: 42"D x 96"W x 32"H @ 5000 lbs | 44 | 1118 | 95.00 | 2413 | 29.00 | 737 | 68 | 77 | 1 | 77 | 32 | 9 | 8,555,556 |
| Large Part Rack (LPR) | #1 High | #1 Pallet: 42"D x 32"W x 50"H @ 1666 lbs ea | 44 | 1118 | 29.00 | 737 | 47.00 | 1194 | 0 | 0 | 3 | 0 | 50 | 6 | 0 |
| Large Part Rack (LPR) | #2 High | #2 Pallet: 42"D x 48"W x 50"H @ 2500 lbs ea | 44 | 1118 | 47.00 | 1194 | 47.00 | 1194 | 8 | 12 | 2 | 6 | 50 | 6 | 1 |
| Large Part Rack (LPR) | #3 High | #3 Pallet: 42"D x 96"W x 50"H @ 5000 lbs ea | 44 | 1118 | 95.00 | 2413 | 47.00 | 1194 | 6 | 9 | 1 | 9 | 50 | 6 | 1.5 |
| Rack Modules | T250 | 10 x 8.5" wide rack locations across an 8' beam (3 Levels High) | 42 | 1067 | 8.50 | 216 | 10.00 | 254 | 68 | 68 | 30 | 3 | 32 | 9 | 0.33333333 |
| Rack Modules | T350 | 8 x 10" wide rack locations across an 8' beam (3 Levels High) | 42 | 1067 | 10.50 | 267 | 10.00 | 254 | 24 | 24 | 24 | 1 | 32 | 9 | 0.11111111 |
| Rack Modules | T300 | 6 x 14.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 14.50 | 368 | 15.00 | 381 | 92 | 92 | 12 | 8 | 32 | 9 | 0.88888889 |
| Rack Modules | B800 | 4 x 21.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 21.50 | 546 | 15.00 | 381 | 92 | 92 | 8 | 12 | 32 | 9 | 1.33333333 |
| Rack Modules | B900 | 4 x 21.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 21.50 | 546 | 30.00 | 762 | 150 | 150 | 4 | 38 | 32 | 9 | 4.22222222 |
| Rack Box | CAT-3 | 3 x 27" wide rack locations across an 8' beam | 39 | 991 | 27.00 | 686 | 21.00 | 533 | 9 | 9 | 3 | 3 | 32 | 9 | 0.33333333 |
| Rack Box | CAT-2 | 2 x 42" wide rack locations across an 8' beam | 40 | 1016 | 42.00 | 1067 | 21.00 | 533 | 100 | 100 | 2 | 50 | 32 | 9 | 5.55555556 |

Fuente: GENTRAC S.A., Análisis de Racks por Caterpillar. Consulta: junio 2015.

Figura 34. **Requerimientos de racks recomendados**

| |
|--|
| 2,5 or 3 x 50" High, 24' Rack Sections Required |
| 38,0 or 38 x 42" Deep 24'Rack Sections Required |

Fuente: GENTRAC S.A., *Análisis de Racks por Caterpillar*. Consulta: junio 2015.

El equipo necesario de acuerdo al análisis de Caterpillar es de 3 *racks* con niveles ubicados a cada 50 pulgadas de altura y 38 *racks* con niveles ubicados a cada 32 pulgadas, ambas configuraciones con una profundidad de 42 pulgadas y 96 pulgadas de viga frontal para una altura de 24 pies.

2.2.2. Gabinetes

Para la reorganización de los repuestos en gabinetes, Caterpillar recomienda distintos perfiles de gabinetes según tamaños y locaciones internas por gaveta necesarios, en donde los repuestos son divididos en no hidráulicos e hidráulicos.

De acuerdo a este análisis se requieren 117 gabinetes de 30 pulgadas de ancho, 3 gabinetes del tipo *hanging folder* de 30 pulgadas de ancho y 35 gabinetes de 45 pulgadas de ancho, los mismos tienen 27 ³/₄ pulgadas de profundidad y 59 pulgadas de altura para los repuestos no hidráulicos.

Figura 35. **Cantidad de gabinetes para repuestos no hidráulicos**

| Cabinets | Width (ft) | Depth (ft) | No Of Cabinets | Area for Cabinets (SqFt) | Area for Cabinets (SqM) | Aisle Width (ft)* | Cross Aisle Factor | Aisle Area for Std | Total with Cross Aisle Factored In |
|---------------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| 30" Drawer Cabinets | 2.49 | 2.31 | 117 | 673.0 | 62.5 | 4 | 20% | 582.66 | 1,506.8 |
| 30" Hanging File Cabinets | 2.49 | 2.31 | 3 | 17.3 | 1.6 | 4 | 20% | 14.94 | 38.6 |
| 45" Ext Wide Cabinets | 3.75 | 2.50 | 35 | 328.125 | 30.5 | 4 | 20% | 262.5 | 708.8 |
| Total | | | 155 | 1018.4 | 94.6 | | | Total | 2,254.1 |

Fuente: GENTRAC S.A., *Análisis de Gabinetes por Caterpillar*. Consulta: junio 2015.

Para la distribución de repuestos hidráulicos, Caterpillar recomienda la cantidad de 5 gabinetes de 45 pulgadas de ancho por 27 ¾ pulgadas de profundidad y 59 pulgadas de altura.

Figura 36. **Cantidad de gabinetes para repuestos hidráulicos**

| Cabinets | Width (ft) | Depth (ft) | No Of Cabinets | Area for Cabinets (SqFt) | Area for Cabinets (SqM) | Aisle Width (ft)* | Cross Aisle Factor | Aisle Area for Std | Total with Cross Aisle Factored In |
|-----------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| 45" Ext Wise Cabinets | 3.75 | 2.50 | 5 | 46.9 | 4.4 | 4 | 20% | 38 | 101.3 |

Fuente: GENTRAC S.A., *Análisis de Gabinetes por Caterpillar*. Consulta: junio 2015.

Los diferentes perfiles y configuraciones son presentados en Anexos.

2.2.3. **Estanterías o bins**

Para el almacenamiento de repuestos de acuerdo al inventario analizado, Caterpillar recomienda las siguientes cantidades de estanterías:

- 94 estanterías o *bins* de 36 pulgadas de ancho por 18 pulgadas de profundidad.
- 110 estanterías o *bins* de 36 pulgadas de ancho por 24 pulgadas de profundidad.
- 31 estanterías o *bins* de 36 pulgadas de ancho por 36 pulgadas de profundidad.

Para un total de 235 estanterías con altura de 84 pulgadas.

Figura 37. **Cantidad de estanterías o bins para repuestos**

| Bin Shelving Unit | Width (ft) | Depth (ft) | No Of Units | Area for Units (SqFt) | Area for Bin Units (SqM) | Aisle Width (ft)* | Cross aisle factor | Aisle Area for Std | Total with Cross Aisle Factored In |
|-------------------|------------|------------|-------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| 18" Deep | 3.00 | 1.50 | 94 | 423.0 | 39.3 | 4 | 20% | 564 | 1,184.4 |
| 24" Deep | 3.00 | 2.00 | 110 | 660.0 | 61.3 | 4 | 20% | 660 | 1,584.0 |
| 36" Deep | 3.00 | 3.00 | 31 | 279.0 | 25.9 | 4 | 20% | 186 | 558.0 |
| Total | | | 235 | 1362.0 | 126.5 | | | Total | 3,326.4 |

Fuente: GENTRAC S.A., *Análisis de estanterías o bins por Caterpillar*. Consulta: junio 2015.

2.2.4. **Cantiléver**

El *cantiléver* es especialmente recomendado por Caterpillar para la colocación de herramienta de corte, tal como chuchillas, tubos u otro repuesto que por su longitud y forma debe almacenarse en este tipo de equipo.

Figura 38. **Cantidad de cantiléver y configuración**

| Cantilever Storage Concept Dimensions | | | | | | | | Cantidad |
|---------------------------------------|------|--------|-----|--------|-----|--------|--|----------|
| | P1 | | P2 | | P3 | | DESCRIPTION | |
| | MM | INCHES | MM | INCHES | MM | INCHES | | |
| CA050301 | 1500 | 59.1 | 900 | 35.4 | 300 | 11.8 | Cantilever 60" Wide x 36" Arms x 12" High locations | 1 |
| CA050301.5 | 1500 | 59.1 | 900 | 35.4 | 450 | 17.7 | Cantilever 60" Wide x 36" Arms x 18" High Locations | 1 |
| CA050302 | 1500 | 59.1 | 900 | 35.4 | 600 | 23.6 | Cantilever 60" Wide x 36" Arms x 24" High locations | 0 |
| CA100301 | 3000 | 118.1 | 900 | 35.4 | 300 | 11.8 | Cantilever 120" Wide x 36" Arms x 12" High locations | 1 |
| CA100301.5 | 3000 | 118.1 | 950 | 37.4 | 450 | 17.7 | Cantilever 120" Wide x 36" Arms x 18" High Locations | 1 |
| CA100302 | 3000 | 118.1 | 900 | 35.4 | 600 | 23.6 | Cantilever 120" Wide x 36" Arms x 24" High locations | 1 |

Fuente: GENTRAC S.A., *Análisis de Cantiléver por Caterpillar*. Consulta: junio 2015.




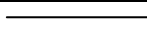
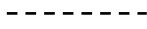

De acuerdo a este análisis es necesaria la cantidad de *cantiléver* de la siguiente manera:

- 1 *Cantiléver* con dimensiones de ancho 60 pulgadas, con brazos de 36 pulgadas de longitud y 12 pulgadas de alto, entre cada nivel.
- 1 *Cantiléver* con dimensiones de ancho 60 pulgadas, con brazos de 36 pulgadas de longitud y 18 pulgadas de alto, entre cada nivel.
- 1 *Cantiléver* de dimensiones de ancho 120 pulgadas, con brazos de 36 pulgadas de longitud y 12 pulgadas de altura, entre cada nivel.
- 1 *Cantiléver* de dimensiones de ancho 120 pulgadas, con brazos de 36 pulgadas de longitud y 18 pulgadas de altura, entre cada nivel.
- 1 *Cantiléver* de dimensiones de ancho 120 pulgadas, con brazos de 36 pulgadas de longitud y 24 pulgadas de altura, entre cada nivel.

2.3. Reorganización de áreas operativas en bodega

Para realizar la reorganización de las áreas operativas en bodega se realizó una tabla de relaciones de actividades, tomando como base el principal punto de entrada que es el andén de carga/descarga, con los siguientes criterios.

Tabla IV. **Importancia de cercanía**

| Código | Cercanía | Figura de línea de relación |
|--------|-------------------------|--|
| A | Absolutamente necesario |  |
| E | Especialmente necesario |  |
| I | Importante |  |
| O | Ordinario |  |
| U | Sin importancia | |
| X | No recurrente |  |
| XX | Altamente indeseable |  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Razones de cercanía**

| Código | Razón |
|--------|----------------------------------|
| 1 | Contacto directo con el personal |
| 2 | Por flujo de información |
| 3 | Por conveniencia |
| 4 | Por inspección y control |
| 5 | Por peligrosidad e higiene |
| 6 | Por distancia e interrupción |
| 7 | Por volumen de producto |
| 8 | Por recorrido de materiales |

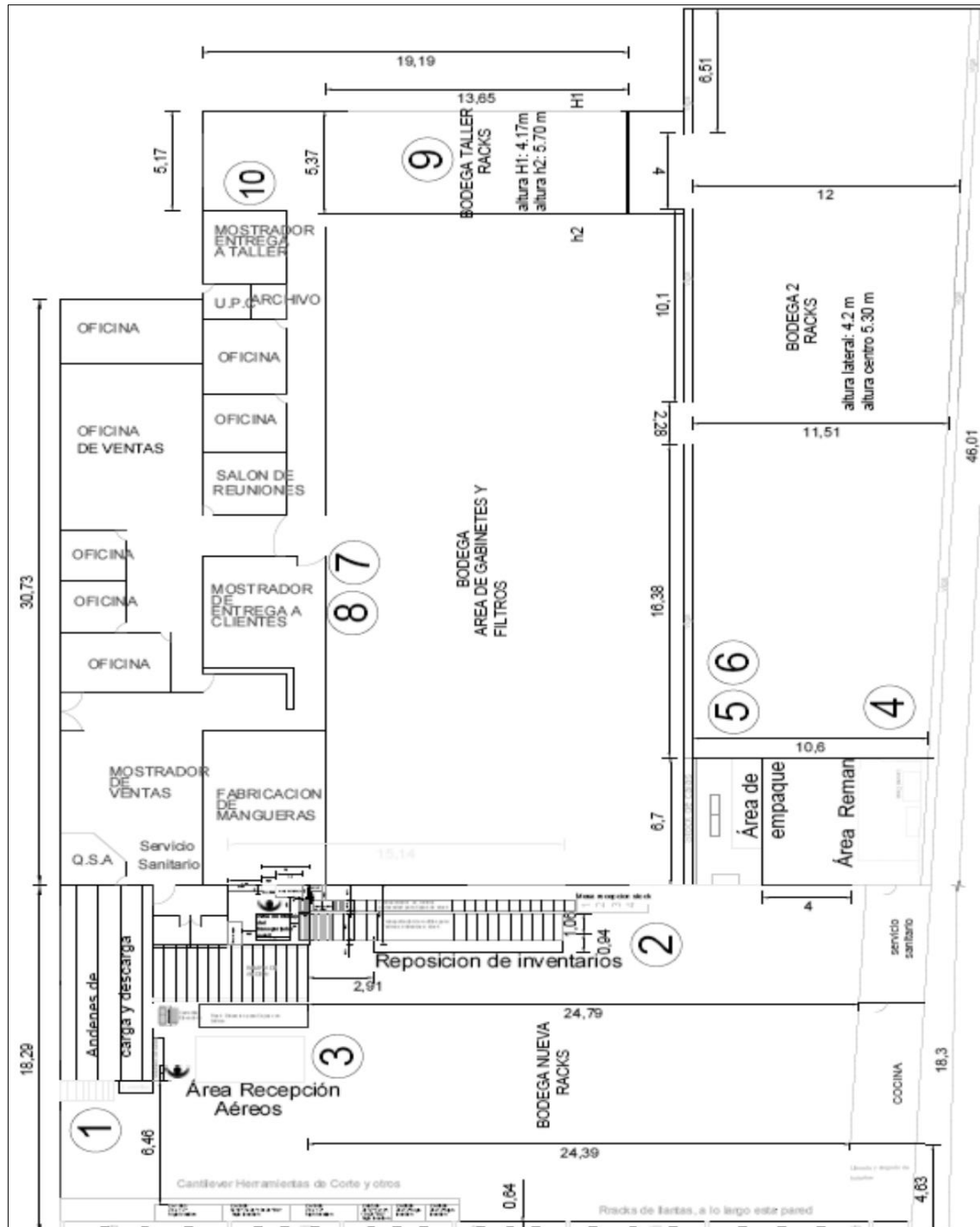
Fuente: elaboración propia.

Respecto a las relaciones en el diagrama anterior de los criterios de importancia y razones de cercanía, teniendo como punto base el área de andén de carga/descarga, se determina que las áreas más próximas a esta área deben ser: recepción de aéreos y reposición de inventarios; secundariamente están área de empaque y REMAN, así mismo respecto a razón de cercanía debe estar cercano el *will call* de sucursales al área de empaque, para reducir los recorridos, el mostrador de clientes cercano al *will call* de clientes, el mostrador de taller cercano al *will call* de taller.

En la siguiente figura se muestra el plano de la reorganización de las áreas operativas, enumerando cada una de ellas para su identificación, como se realizó en el análisis anterior.

1. Área de andén de carga/descarga
2. Área de reposición de inventarios
3. Área de recepción de aéreos
4. Área REMAN
5. Área de empaque
6. Área de *will call* de sucursales
7. Área de *will call* de clientes
8. Área de mostrador de clientes
9. *Will call* de taller
10. Área de mostrador de taller

Figura 41. Plano de reorganización de áreas operativas



Fuente: elaboración propia.

2.4. Diseño de las áreas operativas

En los siguientes apartados se realizará el diseño de cada una de las áreas operativas tomando en cuenta el diagnóstico realizado en el apartado 2.1.4 donde se describe a cada una y sus problemas encontrados.

2.4.1. Diseño estación de trabajo área de reposición de inventarios

Respecto a los problemas identificados en el diagnóstico para mejorar el flujo de las operaciones que se realizan en esta área, se propone la implementación de transportadores de rodillos a gravedad que facilitarán la recepción de la mercadería entrante y el envío de repuestos a las diferentes zonas de almacenamiento.

Se implementarán dos transportadores que se utilizarán cada uno para un uso específico:

El primer transportador tiene las dimensiones de 1,37 metros de ancho por 11,90 metros de largo y una altura de 0,54 metros, el cual servirá para el transporte e ingreso de las cajas con tarima, para que el operario pueda trabajar o manipular dichas cajas con repuestos; al final del anterior transportador se tiene una sección movable y desmontable la cual tiene capacidad para una tarima, la misma sección tiene dimensiones de 1,37 metros de ancho por 1,50 metros de largo a una altura de 0,20 metros para un fácil acceso al trabajar los repuestos.

El segundo transportador es establecido para los repuestos ya trabajados y separados, los cuales serán colocados en cajas plásticas con dimensiones de 0,40 m de ancho por 0,6 m de largo y 0,30 m de alto, estas serán transportadas a lo largo de este transportador para que el siguiente operario pueda tomar dicha caja con repuestos, colocarla en su carreta e ingresar los diferentes repuestos a la zona de almacenaje; este transportador tiene las dimensiones de 0,66 metros de ancho por 12,4 metros de largo iniciando a una altura de 0,75 metros para finalizar a una altura de 0,5 metros.

Figura 42. **Transportador a gravedad**



Fuente: interior de bodega, GENTRAC S.A. Consulta: julio 2015.

2.4.1.1. Croquis del área de trabajo

Debido a la forma de trabajar en el área de reposición de inventarios anteriormente el espacio físico de 5 x 15 m cuadrados asignado, estaba reducido, por lo que tenía dificultades para trabajar de una manera continua. Para mejorar esto con los transportadores y área de recepción de mercadería, se asigna un espacio físico para que el proceso funcione de manera continua. Con el siguiente diseño se mejora ergonómicamente y se aprovecha el espacio disponible en bodega.

Con la reorganización se establece el espacio físico de la siguiente manera:

- Transportador de cajas con repuestos: se asigna 0,66x 12,4 m cuadrados.
- Transportador de cajas con tarima: se asigna 1,37 x 11,9 m cuadrados.
- Espacio en piso para mercadería: 1,30 x 8,5 m cuadrados.

El total de espacio físico asignado con la reorganización e implementación de los transportadores de rodillos a gravedad es de 3,33 m x 32,8 m cuadrados para un total de 109,22 metros cuadrados, aumentando en un 31 % el espacio físico disponible para desarrollar las actividades operativas, en comparación de la distribución anterior.

La siguiente figura muestra el diseño e implementación de los transportadores a gravedad, como también los diferentes espacios para el trabajo del operario.

La metodología para trabajar será de la siguiente manera:

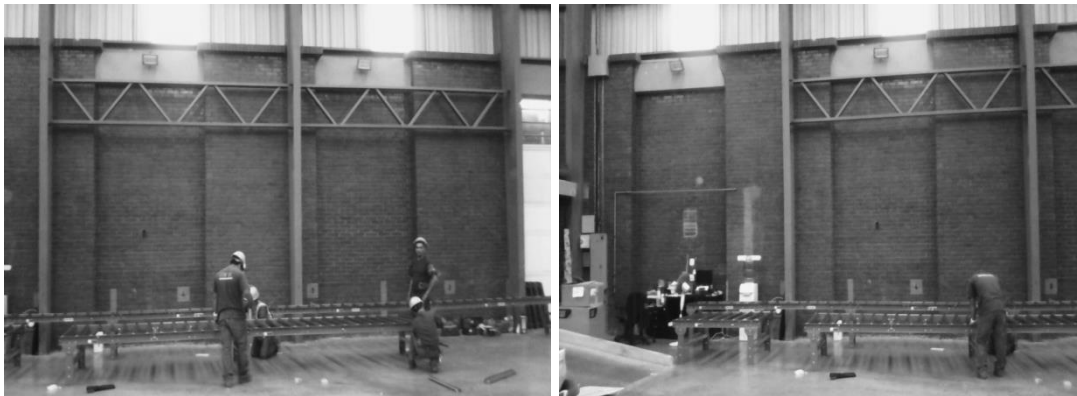
- Las cajas con tarima son ingresadas a través del montacargas y colocadas en el transportador con numeral 2 en la figura anterior.
- La tarima ingresada en el transportador 2 llega a la sección de transportador desmontable 3, identificado en la figura anterior, donde el operario detiene la caja con tarima y selecciona los repuestos para ingresarlos al sistema, para luego separarlos.
- Los repuestos ya separados son colocados en las cajas plásticas, para luego ser enviadas a través del transportador 1 como se identifica en la figura anterior.
- Para luego ser recibidas por el siguiente operario en la mesa o sección de recepción *stock*, al final del transportador 1, aquí las cajas quedan en cola, para que un operario tome las cajas y las coloque en carreta para ingresar los repuestos a las distintas locaciones en bodega.

De esta manera se tiene un flujo continuo de las operaciones, sirviendo con fluidez los repuestos para que sean ingresados a sus distintas locaciones.

2.4.1.4. Método puesto en marcha en área de reposición de inventarios

Se realiza la implementación de los transportadores, con ello se mejora el flujo continuo de las operaciones y desarrollo del proceso en forma ordenada, aprovechando de esta manera el andén de carga/descarga para que el transporte de la mercadería de ingreso al área de trabajo se realice de manera directa. En comparación con modelo anterior, las siguientes figuras muestran la instalación de los transportadores.

Figura 46. **Instalación de transportadores**



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: julio 2015.

Figura 47. **Método puesto en marcha *stock***



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: julio 2015.

2.4.1.5. Costo

A continuación, se presenta el costo de la mejora en el área de reposición de inventarios.

Tabla VI. **Detalle del costo de transportadores**

| DESCRIPCIÓN | PRECIO |
|---|---------------------|
| Transportador Tarimas | Q 72 580,00 |
| PARTE CONTINUA Y PARTE DESMONTABLE Ancho total: 54 1/4" Largo total: 11,90 mts. Altura: 0,54 mts. Rodillos de galvanizados Ø 2 1/2" a cada 6" Estructura en acero al carbón | |
| TRANSPORTADOR CAJAS | Q 33 668,00 |
| Ancho total: 26" Largo total: 12,40 mts. Altura: 0,75 mts. Rodillos de galvanizados Ø 1 7/8" a cada 4 1/2" Estructura en acero al carbón | |
| TOTAL | Q 106 248,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Costo de cajas plásticas para transportar repuestos**

| Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|------------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Caja plástica multibox | 60 | Q 87,00 | Q 5 220,00 |

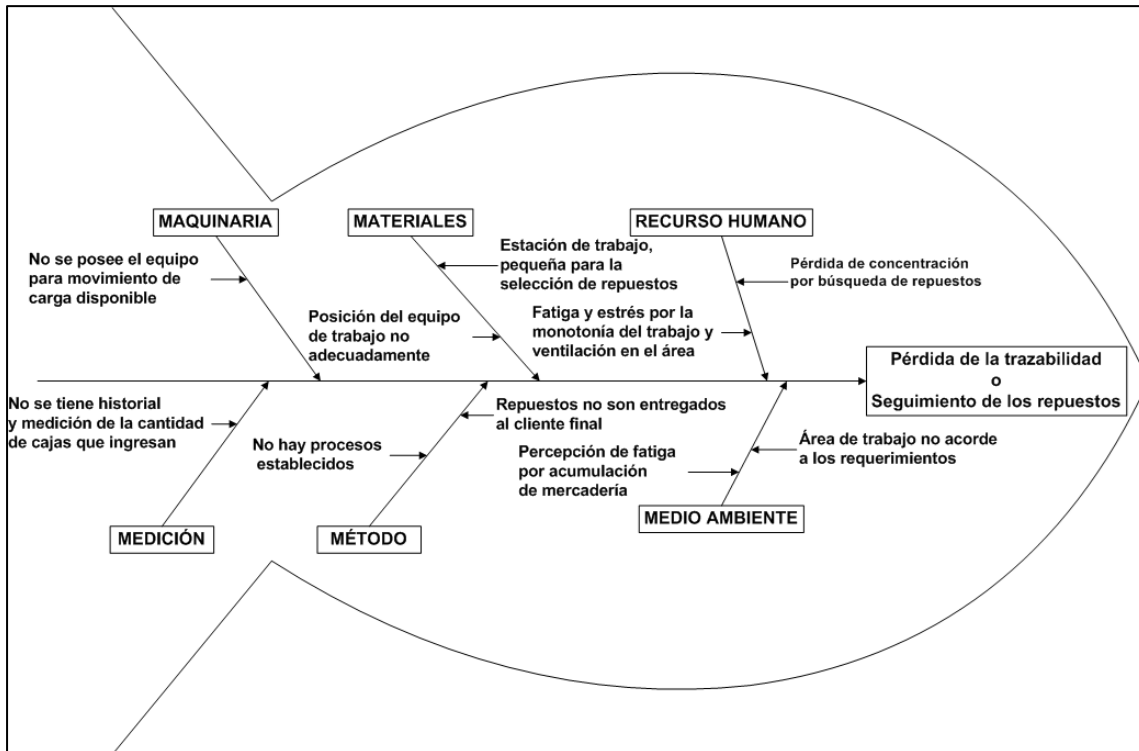
Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Diseño estación de trabajo área de recepción de aéreos

El área de recepción de aéreos, recibe todos los productos que son recibidos en aduana vía aérea que tienen como origen Caterpillar de Miami; estos productos por lo general son pertenecientes a clientes especiales como también a las sucursales.

El problema que se enfrenta en esta área, es la pérdida de la trazabilidad o bien, seguimiento de los repuestos, debido al poco espacio disponible para tener un correcto control de los repuestos trabajados, afectando también el ingreso de mercadería para trabajar, donde en ocasiones el espacio es insuficiente para lo que ingresa.

Figura 48. Diagrama de causa y efecto de área de recepción de aéreos



Fuente: elaboración propia.

2.4.2.1. Croquis del área de trabajo

Conforme al análisis del problema, la estación de trabajo se diseña de acuerdo al espacio que la persona necesita para la ubicación de los diferentes repuestos, tomando como criterio el resultado arrojado en el análisis de reorganización realizada en el apartado 2.3, en relación de cercanía a la zona de carga y descarga (andén).

Para el aprovechamiento del espacio y para el mejor manejo de las cajas con tarima que ingresan se propone la implementación de un *rack* dinámico, para estibar las mismas que ingresan continuamente, así también las cajas pequeñas de repuestos que son de menor peso y que pueden manejarse manualmente.

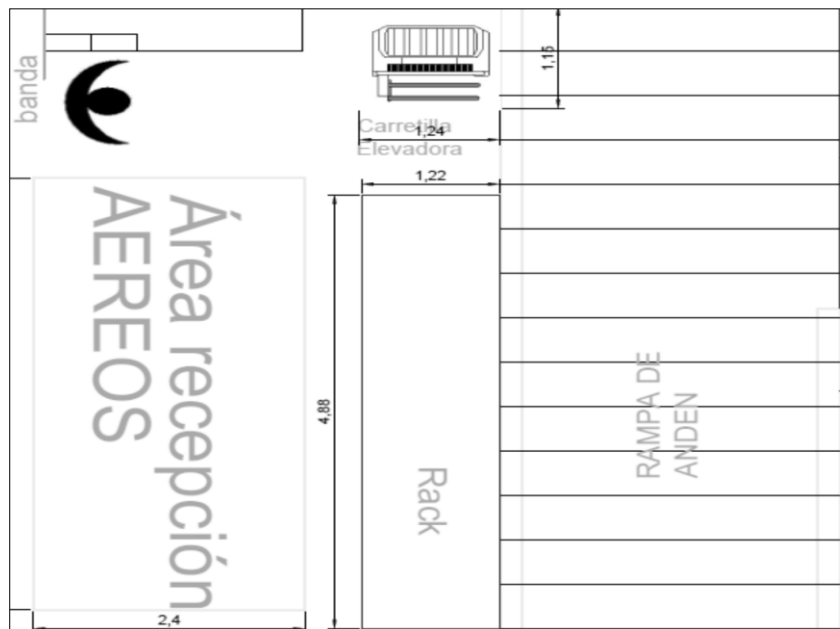
El diseño del área de trabajo queda de la siguiente manera:

- Escritorio para computadora y trabajo manual de repuestos, se asigna un espacio de 2,8 x 0,8 m cuadrados.
- Área de recepción de mercadería en piso se proporciona un espacio de 2,4 m x 4,88 m cuadrados.
- Para el *rack* dinámico se asigna un espacio de 1,22 m x 1,22 metros cuadrados.

Con el nuevo espacio asignado anteriormente y tomando en cuenta el espacio que el operario tiene para movilizarse, como para realizar sus actividades se asigna un espacio total de 4 x 7 m cuadrados, más las posiciones del *rack* dinámico para el manejo de las cajas con tarima, manejables manualmente.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la estación de trabajo.

Figura 49. **Diseño estación de trabajo recepción aéreos**



Fuente: elaboración propia.

2.4.2.2. **Diseño de *rack* para área de recepción de aéreos**

Se propone el diseño de *rack* dinámico para el ingreso de mercadería, trabajando de manera continua y para no perder el seguimiento a las cajas con tarima cuando el espacio a piso asignado no es suficiente con la acumulación del trabajo. Para el diseño del mismo se analiza la cantidad de cajas con tarima que ingresan y las cajas que el operario puede manejar manualmente.

Tabla VIII. **Análisis de cajas manejables manualmente**

| Peso: los pesos están entre el rango de 5 a 90 libras | Dimensiones de la caja (pulgadas) | | | Dimensiones de la caja (cm) | | |
|---|--|--------------|-------------|--|--------------|-------------|
| | <i>Largo</i> | <i>Ancho</i> | <i>Alto</i> | <i>Largo</i> | <i>Ancho</i> | <i>Alto</i> |
| | 21 | 32 | 14 | 53,34 | 81,28 | 35,56 |
| | 18 | 18 | 6 | 45,72 | 45,72 | 15,24 |
| | 32 | 19 | 12 | 81,28 | 48,26 | 30,48 |
| | 12 | 12 | 8 | 30,48 | 30,48 | 20,32 |
| | 25 | 20 | 13 | 63,5 | 50,8 | 33,02 |
| | 14 | 8 | 6 | 35,56 | 20,32 | 15,24 |
| | 15 | 24 | 11 | 38,1 | 60,96 | 27,94 |
| | 19 | 16 | 12 | 48,26 | 40,64 | 30,48 |
| | 14 | 14 | 9 | 35,56 | 35,56 | 22,86 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Tipos de cajas con tarima**

| | | | Cantidad |
|---|--------------------------|-----------------|----------|
| 1 | Caja cartón | | 80 |
| 2 | <i>Gasket box</i> | tiene tarima | 3 |
| 3 | <i>Pallet cartón</i> | con tarima | 9 |

Fuente: elaboración propia.

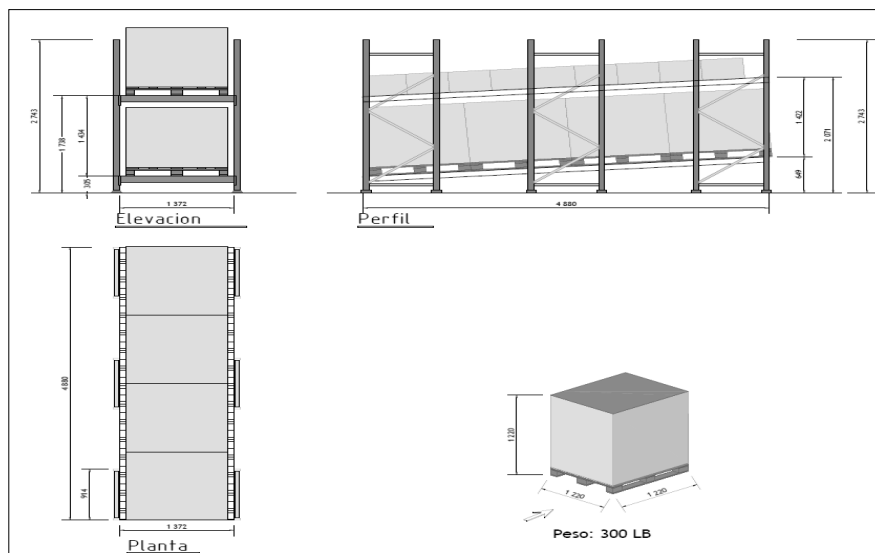
Tabla X. Otras medidas de cajas

| Dimensiones de la caja (pulgadas) | | | | Dimensiones de la caja (cm) | | |
|-----------------------------------|-------|-------|------|-----------------------------|--------|-------|
| Peso (Lb) | Largo | Ancho | Alto | Largo | Ancho | Alto |
| 5,42 | 14 | 9 | 6 | 35,56 | 22,86 | 15,24 |
| 0,43 | 10,3 | 8,3 | 4 | 26,162 | 21,082 | 10,16 |
| 61,61 | 28,5 | 20,5 | 14,5 | 72,39 | 52,07 | 36,83 |
| 5,55 | 15 | 15 | 5 | 38,1 | 38,1 | 12,7 |
| 4,85 | 19 | 16 | 12 | 48,26 | 40,64 | 30,48 |
| 49,85 | 19 | 16 | 12 | 48,26 | 40,64 | 30,48 |
| 15 | 50 | 19 | 6 | 127 | 48,26 | 15,24 |
| 80,3 | 24,5 | 19,5 | 12,5 | 62,23 | 49,53 | 31,75 |
| | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Con el análisis de los datos anteriores se establece las dimensiones del *rack* dinámico, teniendo 4,88 m de largo por 1,22 metros de fondo y 2,7 metros de altura, mismo que se muestra en la siguiente figura.

Figura 50. Diseño de *rack* dinámico

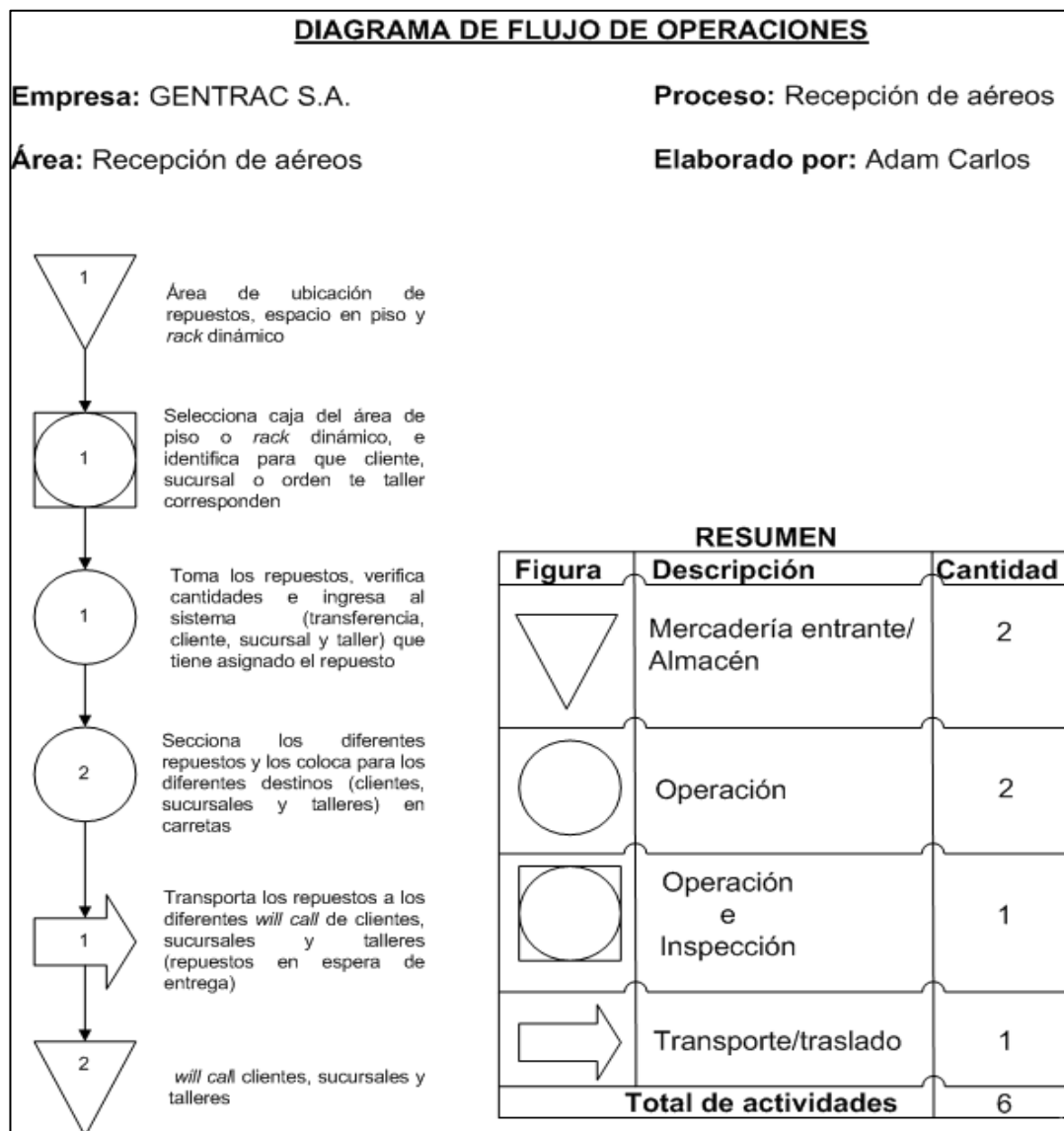


Fuente: Proveedor Racks, Sistemas y Proyectos. Consulta: agosto 2015.

2.4.2.3. Diagrama de flujo

La siguiente figura muestra el flujo de las operaciones en el área asignada para el nuevo manejo de la mercadería y procesos involucrados.

Figura 51. **Diagrama de flujo de operaciones de área de recepción de aéreos**

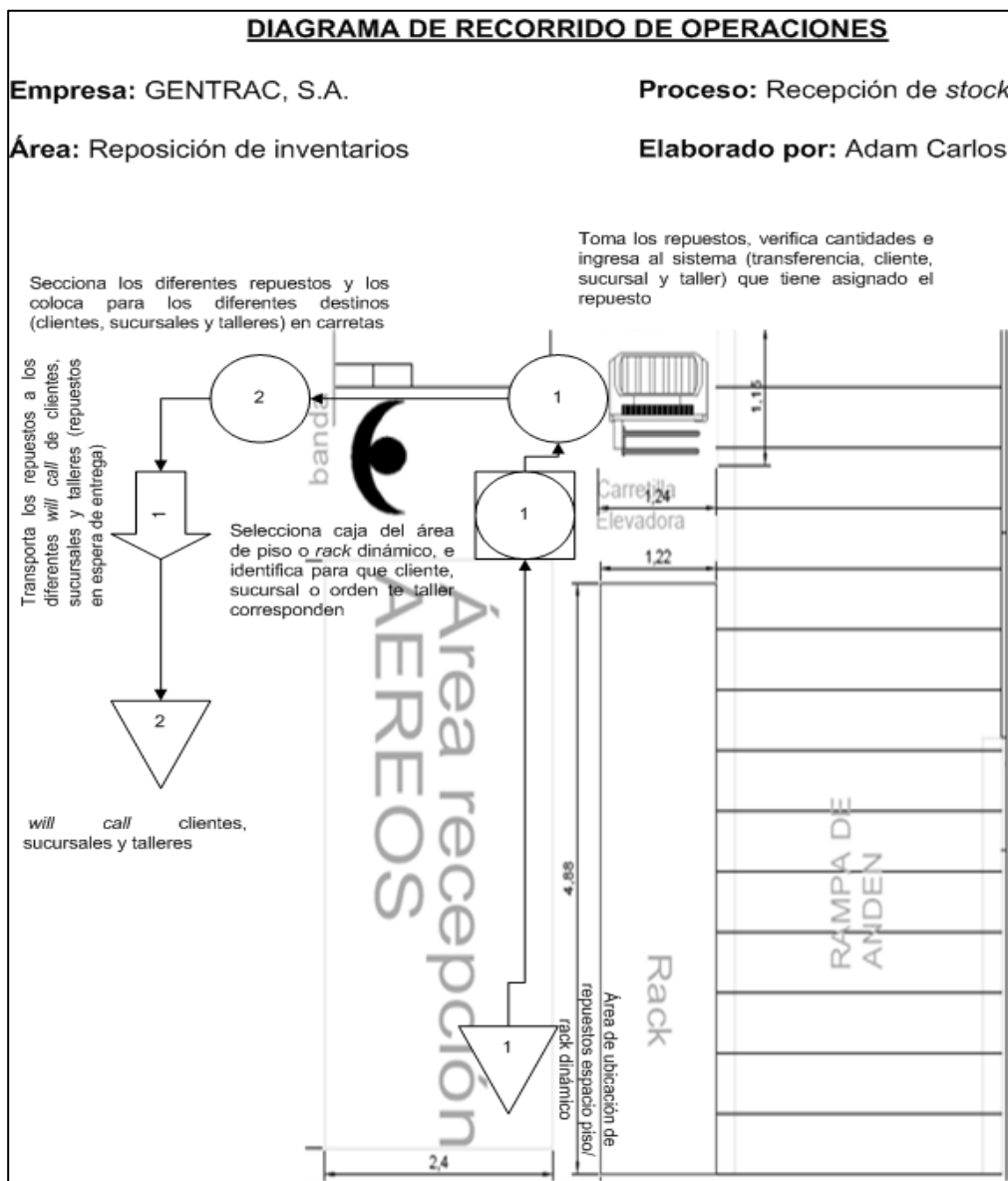


Fuente: elaboración propia.

2.4.2.4. Diagrama de recorrido

El siguiente diagrama muestra el recorrido del flujo de las operaciones en la reorganización de la estación de trabajo.

Figura 52. Diagrama de recorrido de área de recepción de aéreos



Fuente: elaboración propia.

2.4.2.6. Costo de la propuesta

Los costos del diseño y reorganización del área de recepción de aéreos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XI. Costo área de recepción de aéreos

| Cantidad | Descripción | Precio |
|----------|---|----------------------|
| 1 | Mueble Recepción Aéreos | Q. 5 400,00 |
| 1 | Rack dinámico para colocación de cajas con tarima | Q. 101 085,00 |
| | TOTAL | Q. 106 485,00 |

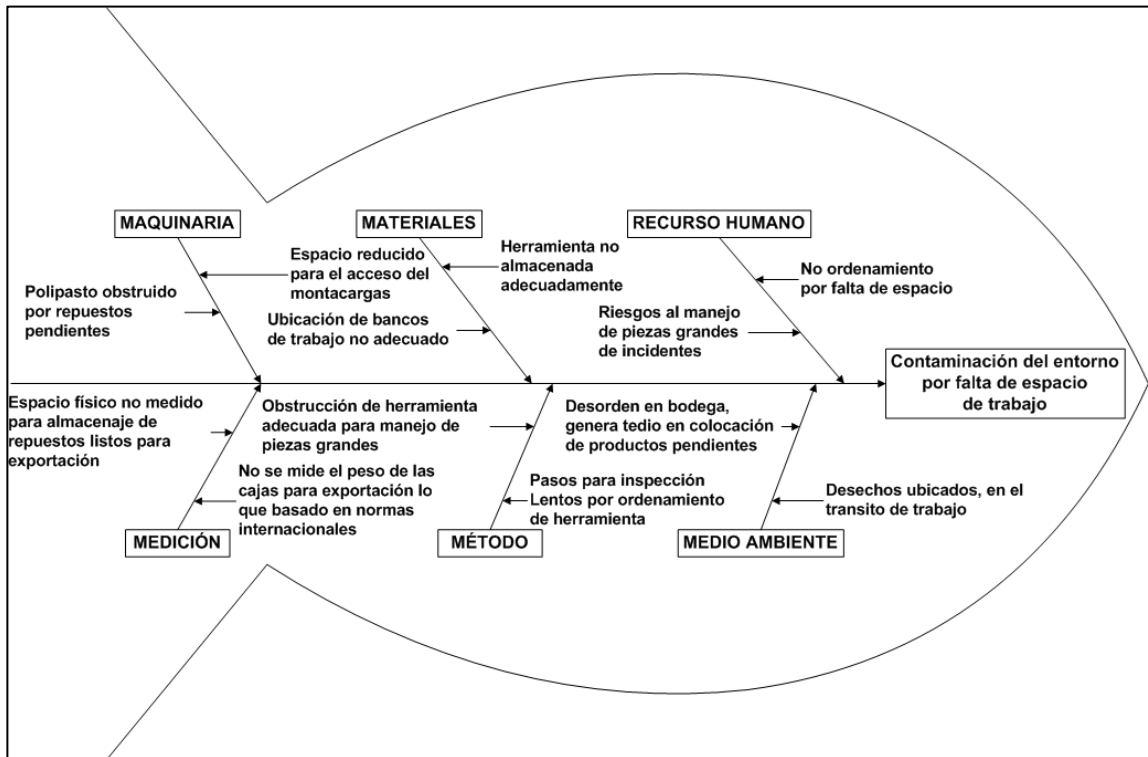
Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Diseño estación de trabajo área de REMAN

En esta área se trabajan los repuestos usados que ingresan por parte de los talleres o de algún cliente, para ser trabajados en el programa de intercambio REMAN, basándose en los criterios de aceptación proporcionados por Caterpillar.

Con el diagnóstico realizado en el apartado 2.1.4 se realiza el siguiente diagrama de causa y efecto.

Figura 54. Diagrama de causa y efecto de área REMAN



Fuente: elaboración propia.

2.4.3.1. Croquis del área de trabajo

Conforme al análisis de la problemática de esta área respecto a la reubicación y reorganización del área REMAN, se asigna el espacio físico de la siguiente manera:

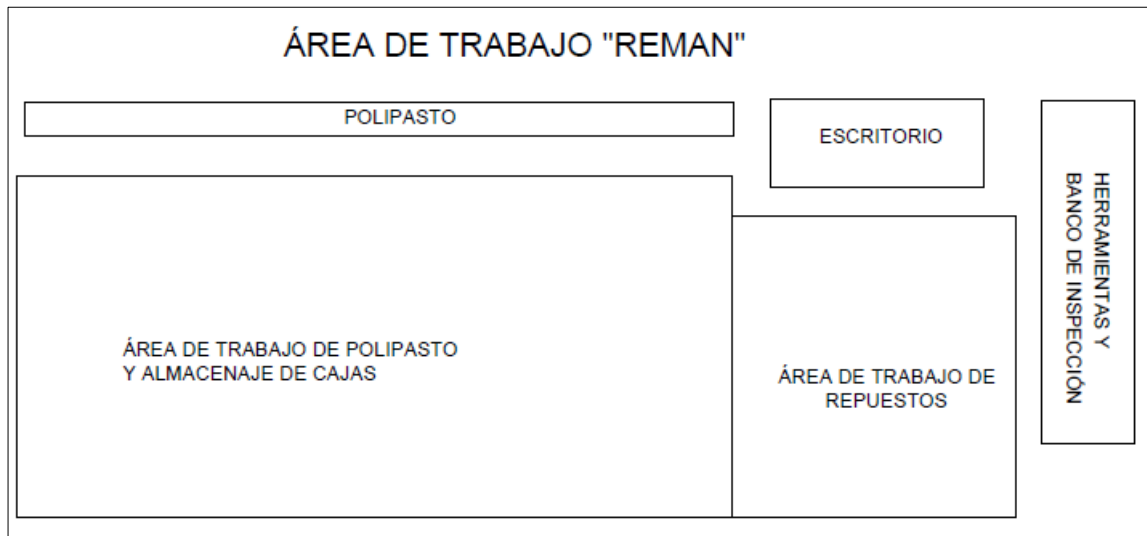
- Área de trabajo escritorio y computadora, se asigna un espacio de 2,60 m de ancho por 1,60 metros de largo.
- Área de trabajo de repuestos, se establece un espacio de 2,60 m por 2 m de largo.
- Área de trabajo con polipasto y almacenaje de cajas, se asigna un espacio de 3,40 m de ancho por 3,60 m de largo.

Con esto se tiene un total de 7 m x 3,60 m cuadrados de espacio físico para realizar sus operaciones, adicionalmente se asignan 5 *racks* con dimensiones de 2,44 m ancho por 0,90 m de fondo y 3,5 m alto, con 3 divisiones para almacenaje, para un total de espacio asignado de 61,8 m cuadrados.

Con este resultado se mejora el espacio físico asignado anterior de 3,5 m x 6 m cuadrados para el almacenaje de repuestos por inspeccionar y área para inspeccionar, y el espacio de 2,30 m x 12 m para almacenaje de cajas listas para exportación para un total de espacio asignado de 48,6 m cuadrados, aumentando en un 21 % el espacio operativo para esta área.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la reorganización del área operativa REMAN.

Figura 55. **Diseño de área de trabajo REMAN**

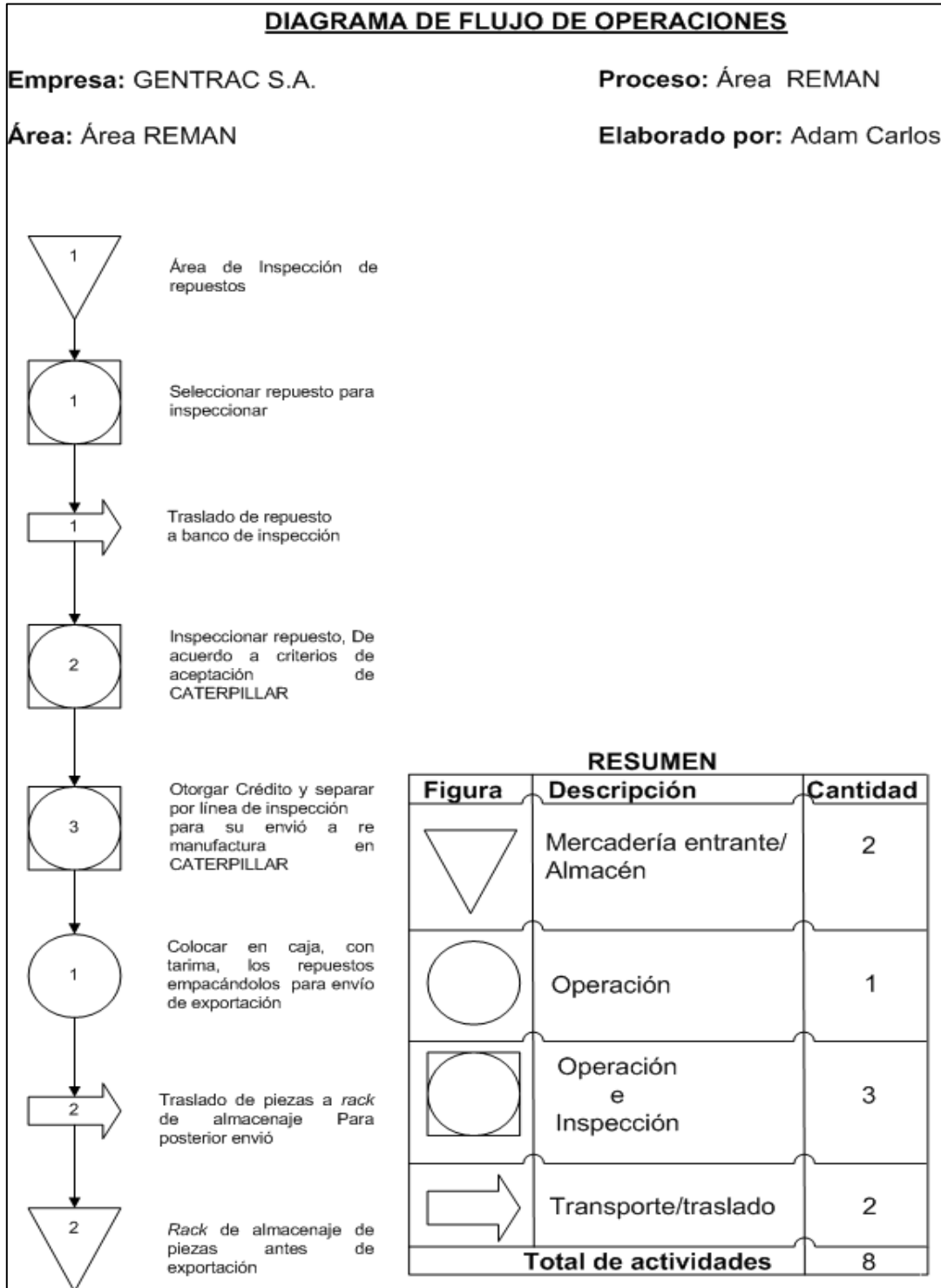


Fuente: elaboración propia.

2.4.3.2. **Diagrama de flujo**

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de las operaciones, respecto a la reorganización y reubicación del área REMAN.

Figura 56. Diagrama de flujo de operaciones de área REMAN



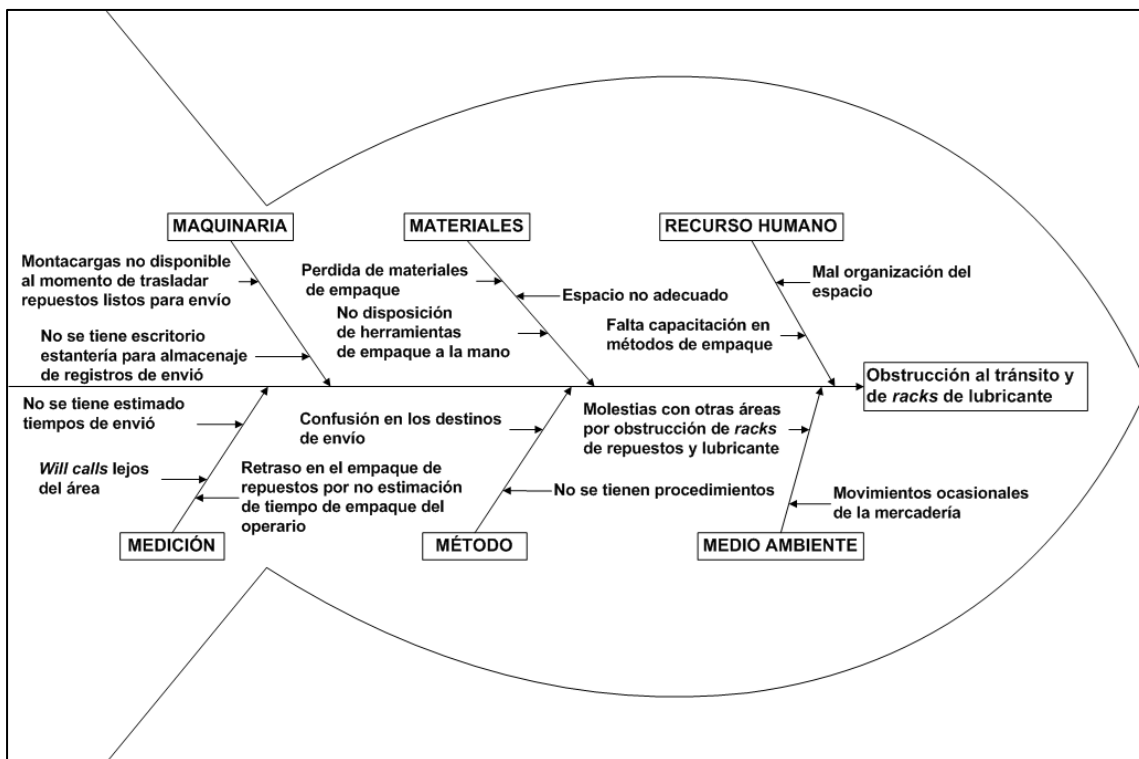
Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Diseño de estación de trabajo de área de empaque

En esta área se obtienen los repuestos ubicados en los diferentes *will call* de sucursales, clientes especiales. Uno de los problemas identificados es que dichos *will call* están separados del área de empaque debido a que esta área no posee un espacio específico asignado, por lo que se establece mejorar la forma de trabajo teniendo más cercana el área de *will call* de sucursales y clientes.

Para el desarrollo del diagrama de causa y efecto mostrado en la siguiente figura, se tomaron los problemas identificados en el diagnóstico del apartado 2.1.4 y la reorganización o reubicación en bodega el apartado 2.3.

Figura 58. Diagrama de causa y efecto de área empaque



Fuente: elaboración propia.

2.4.4.1. Croquis del área de trabajo

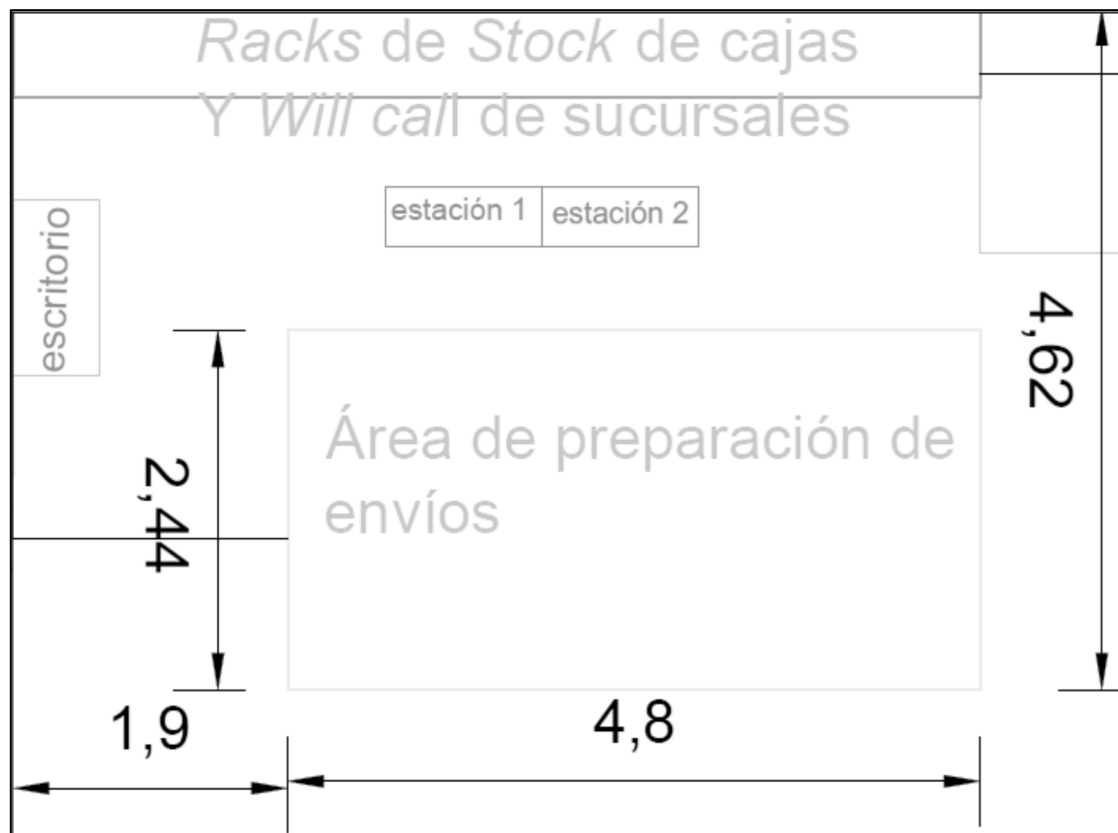
Con el diagnóstico realizado en los apartados anteriormente mencionados y del diagrama causa y efecto de la situación actual, se establece la reorganización y reubicación en bodega, asignando espacio físico para un adecuado flujo de las operaciones; así mismo la reubicación de los diferentes *will call* de sucursales en el área de empaque, para reducir los recorridos y tener de inmediato los repuestos para envío y con ello tener una mejor organización de sus herramientas de trabajo.

Para ello se estableció un espacio físico de 6,70 m ancho x 4,62 m largo para un total de 30,96 metros cuadrados respectivamente, asignando a cada área de la estación de trabajo, un espacio específico detallado de la siguiente manera:

- Área de preparación de pedidos, se asignó un espacio de 4,8 m de ancho por 2,44 m de largo, con capacidad para 8 tarimas en piso con dimensiones de 1,20 x 1,20 m respectivamente.
- Área de *will call* de sucursales y *stock* de cajas, se colocaron 2 *racks* con dimensiones de 2,44 m de ancho, 3,5 m de alto y 0,90 m de fondo c/u, respectivamente, los cuales tienen 3 niveles para distribuir los diferentes *will call* y el *stock* de cajas para empaque.
- Se asignó un espacio para escritorio y almacenaje de papelería de 1,9 x 4,62 m, respectivamente.
- Adicionalmente se asignó un *rack* para los pedidos ya empacados con dimensiones de 2,80 m de ancho y 7,10 m de alto con fondo de 1,06 m mismo que tiene 5 niveles de 1,30 m de altura entre cada nivel; este ubicado a un lado del andén de carga/descarga.

En la siguiente figura se muestra la reorganización y reubicación del área de empaque.

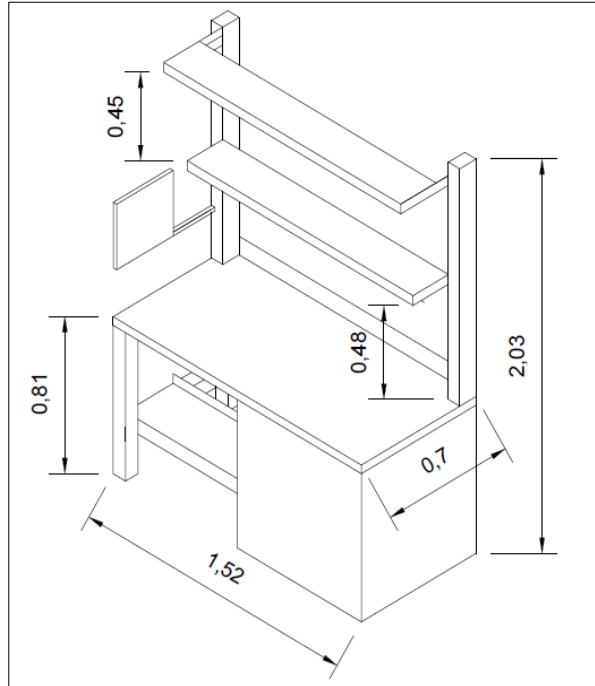
Figura 59. **Diseño del área de trabajo de empaque**



Fuente: elaboración propia.

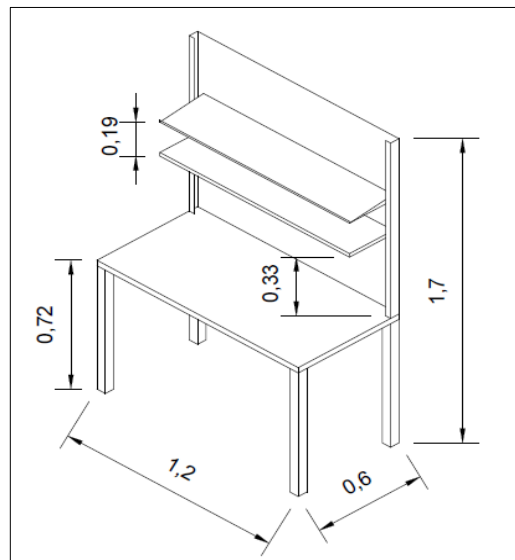
De la misma manera se diseña un escritorio para mejor control de los envíos, ya que poseerán una computadora para poder darle seguimiento a los pedidos, así mismo se diseñó una estación de trabajo para que mantengan organizadas sus herramientas de empaque en el lugar preciso. Las medidas mostradas en los diseños están en metros.

Figura 60. **Diseño de escritorio de área de empaque**



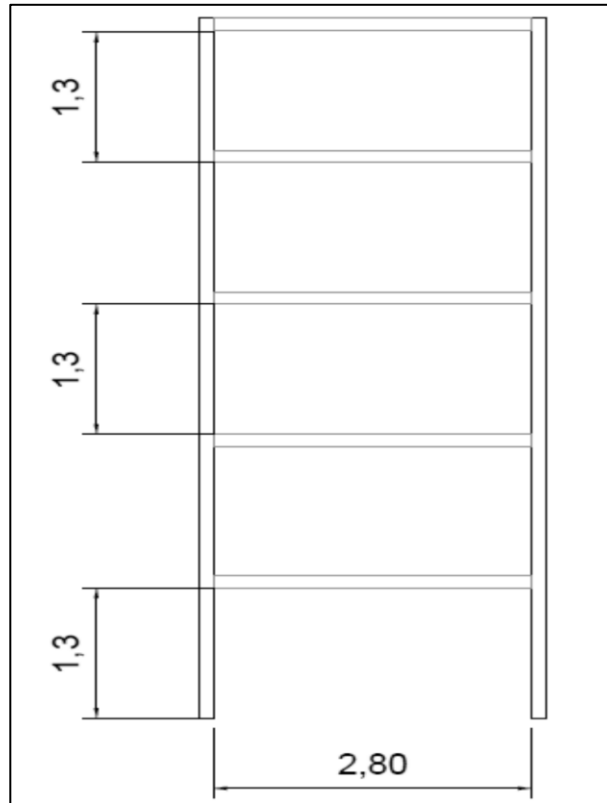
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Diseño de estación trabajo de área de empaque**



Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Rack para almacenaje de repuestos empacados listos para envío**



Fuente: elaboración propia.

2.4.4.4. Costos

En la siguiente tabla se establecen los costos para el escritorio y la estación de trabajo para el área de empaque.

Tabla XII. **Costo de escritorio y estación de trabajo para área de empaque**

| Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--|-----------------|------------------------|-------------------|
| Escritorio para computadora y archivos | 1 | Q 650,00 | Q 650,00 |
| Mueble para estación de trabajo | 1 | Q 580,00 | Q 580,00 |
| | TOTAL | | Q 1 230,00 |

Fuente: elaboración propia.

2.4.5. Rediseño de tubos de almacenamiento de mangueras

2.4.5.1. Criterios para el nuevo diseño de almacenamiento de mangueras

El almacenamiento de mangueras actualmente se encuentra en tubos de PVC a lo ancho de la bodega donde se encuentran los gabinetes, los cuales obstruyen una puerta que da acceso al área de gabinetes, ya que es necesario habilitar para poder tener acceso con la nueva forma de trabajo en la recepción de *stock*, los cuales se encuentran como se muestra:

Figura 65. Ubicación actual de tubos almacenamiento de mangueras



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: junio 2015.

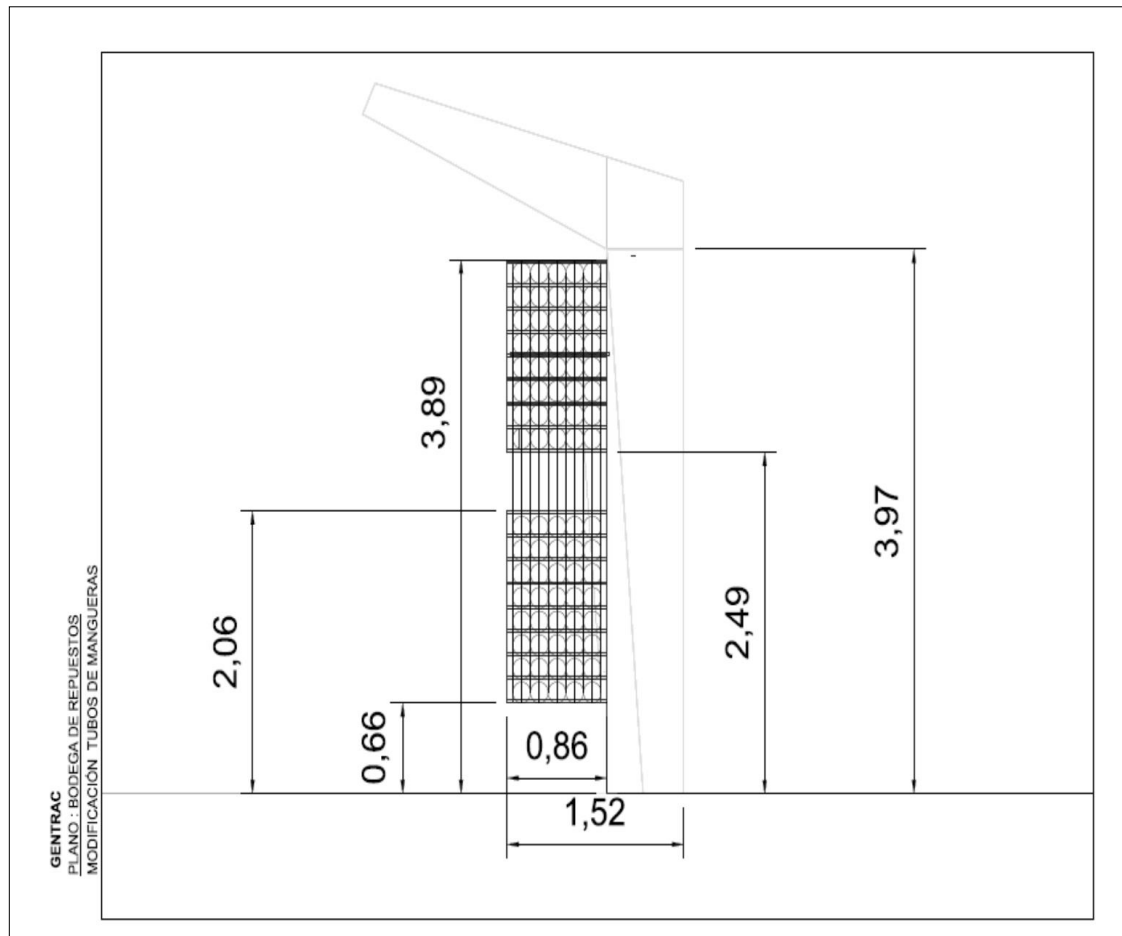
Criterios tomados en cuenta:

- Habilitar acceso para agilizar almacenamiento de stock.
- Disminuir recorridos de bodegueros a nueva área de racks.
- Aprovechamiento del espacio en modificación de la forma de tubos de mangueras.

- La modificación de los mismos contribuye a la nueva distribución de gabinetes.

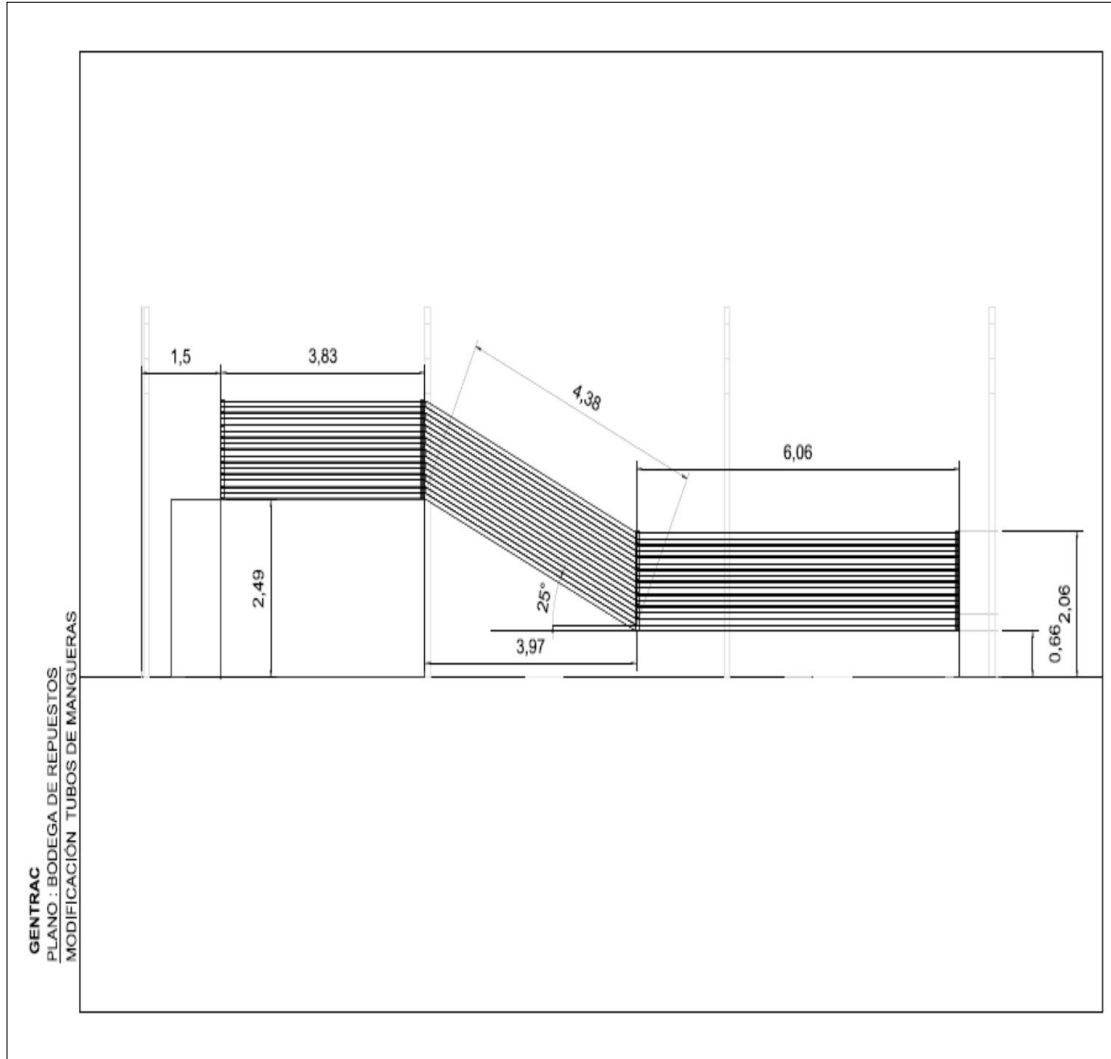
2.4.5.2. Plano del rediseño de tubos de almacenamiento de mangueras

Figura 66. Vista frontal modificación de mangueras



Fuente: elaboración propia.

Figura 67. Vista lateral modificación de mangueras



Fuente: elaboración propia.

2.4.5.3. Implementación modificación de mangueras

El diseño aprobado para la modificación del almacenaje de mangueras, se tiene con la inclinación, debido a que se manejan mangueras que no pueden doblarse a un grado inadecuado por lo que se realiza tal pendiente a 25 grados, para que sea el fácil almacenaje en la forma de ingresar (a través del 2do nivel) como el egreso para poder cortar y formar las mangueras que el cliente necesita (a través del 1er nivel).

Realizando el proceso de la modificación de la siguiente manera:

Figura 68. **Desmontaje de la estructura actual**



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: julio 2015.

Figura 69. **Montaje final del diseño modificación de mangueras**



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: julio 2015.

2.4.5.4. Costos

En la tabla siguiente se presenta el costo de la modificación de los tubos de mangueras.

Tabla XIII. **Costo de la modificación de tubos de mangueras**

| Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|------------------------------------|----------|-----------------|--------------------|
| Modificación de tubos de mangueras | 1 | Q 26 450,00 | Q 26 450,00 |
| TOTAL | | | Q 26 450,00 |

Fuente: elaboración propia.

2.5. Criterios y especificaciones para almacenamiento de repuestos

2.5.1. Criterios para almacenamiento en *racks*

GENTRAC por ser distribuidor de repuestos CATERPILLAR debe basarse en las políticas y requerimientos de almacenamiento, siendo para este caso el almacenaje de repuestos en *racks*.

Para ello CATERPILLAR desarrollo un análisis de los productos que necesitan ser almacenados en un *rack* referente al historial de productos disponibles en *stock*, con esa propuesta detalla una tabla sobre los requerimientos de *racks* necesarios respecto a los siguientes criterios:

- Cantidad del tipo de repuesto, basándose en máximos y mínimos
- Tamaño del repuesto, para establecer el espacio necesario
- Peso del repuesto, para establecer la capacidad de *rack*
- Taño del *pallet* o tarima
- Cantidad de elevaciones por *rack*
- Fondo del *rack*, acorde a las dimensiones del *pallet*

Estos mismos criterios fueron establecidos por CATERPILLAR de la siguiente manera:

Figura 70. Especificaciones de *racks* recomendado por CATERPILLAR

| Storage Concept | Concept ID | Opening Description | Rack Box Dimensions | | | | | |
|-----------------------|------------|---|---------------------|------|--------|------|--------|------|
| | | | Length | | Width | | Height | |
| | | | Inches | MM | Inches | MM | Inches | MM |
| Large Part Rack (LPR) | #1 | #1 Pallet: 42"D x 32"V x 32"H @ 1666 lbs | 44 | 1118 | 29.00 | 737 | 29.00 | 737 |
| Large Part Rack (LPR) | #2 | #2 Pallets: 42"D x 48"V x 32"H @ 2500 lbs | 44 | 1118 | 47.00 | 1194 | 29.00 | 737 |
| Large Part Rack (LPR) | #3 | #3 Pallet: 42"D x 96"V x 32"H @ 5000 lbs | 44 | 1118 | 95.00 | 2413 | 29.00 | 737 |
| Large Part Rack (LPR) | #1 High | #1 Pallet: 42"D x 32"V x 50"H @ 1666 lbs ea | 44 | 1118 | 29.00 | 737 | 47.00 | 1194 |
| Large Part Rack (LPR) | #2 High | #2 Pallet: 42"D x 48"V x 50"H @ 2500 lbs ea | 44 | 1118 | 47.00 | 1194 | 47.00 | 1194 |
| Large Part Rack (LPR) | #3 High | #3 Pallet: 42"D x 96"V x 50"H @ 5000 lbs ea | 44 | 1118 | 95.00 | 2413 | 47.00 | 1194 |
| Rack Modules | T250 | 10 x 8.5" wide rack locations across an 8' beam (3 Levels High) | 42 | 1067 | 8.50 | 216 | 10.00 | 254 |
| Rack Modules | T350 | 8 x 10" wide rack locations across an 8' beam (3 Levels High) | 42 | 1067 | 10.50 | 267 | 10.00 | 254 |
| Rack Modules | T300 | 6 x 14.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 14.50 | 368 | 15.00 | 381 |
| Rack Modules | B800 | 4 x 21.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 21.50 | 546 | 15.00 | 381 |
| Rack Modules | B900 | 4 x 21.5" wide rack locations across an 8' beam | 42 | 1067 | 21.50 | 546 | 30.00 | 762 |
| Rack Box | CAT-3 | 3 x 27" wide rack locations across an 8' beam | 39 | 991 | 27.00 | 686 | 21.00 | 533 |
| Rack Box | CAT-2 | 2 x 42" wide rack locations across an 8' beam | 40 | 1016 | 42.00 | 1067 | 21.00 | 533 |

Rack Boxer - Piece In / Piece Out

Fuente: CATERPILLAR. *Análisis de racks*. Consulta: junio 2015.

Como se muestra en la imagen anterior, cada Concept ID corresponde a los distintos tipos de productos analizados previamente, como las medidas que necesitan respecto al *rack* para ser almacenados.

De estos criterios anteriores, se tomaron los siguientes para el diseño de los racks:

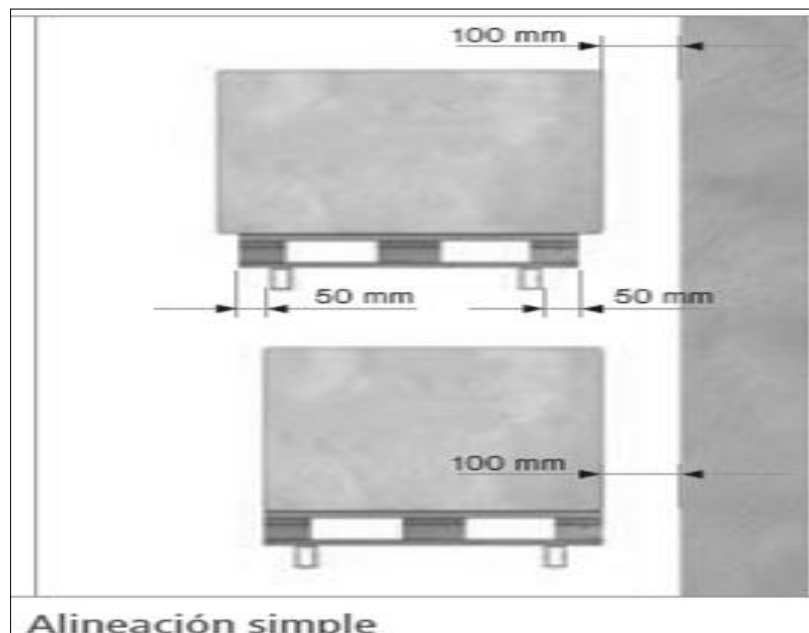
Tabla XIV. **Especificaciones de medidas para diseño rack**

| Descripción | Profundidad (D) | Ancho (W) | Alto (H) | Peso (lb)/ pallet |
|-----------------------|-----------------|-----------|----------|-------------------|
| <i>Pallet #1</i> | 42 | 32 | 32 | 1 666 |
| <i>Pallet #2</i> | 42 | 48 | 32 | 2 500 |
| <i>Pallet #3</i> | 42 | 96 | 32 | 5 000 |
| <i>Pallet #1 High</i> | 42 | 32 | 50 | 1 666 |
| <i>Pallet #2 High</i> | 42 | 48 | 50 | 2 500 |
| <i>Pallet #3 High</i> | 42 | 96 | 50 | 5 000 |

Fuente: elaboración propia, dimensiones en pulgadas y peso en libras.

Con estas especificaciones se establecen dos tamaños de tarima para almacenaje de los repuestos, considerando las siguientes especificaciones técnicas:

Figura 71. **Especificaciones técnicas de rack-tarima**



Fuente: MECALUX. *Manual de seguridad en Racks*. Consulta: junio 2015.

Respecto a dichas especificaciones de alineación de tarimas en *racks* mostradas en la imagen anterior, los dos tipos de tarimas a utilizar son:

Tabla XV. **Dimensiones de tarima para almacenamiento**

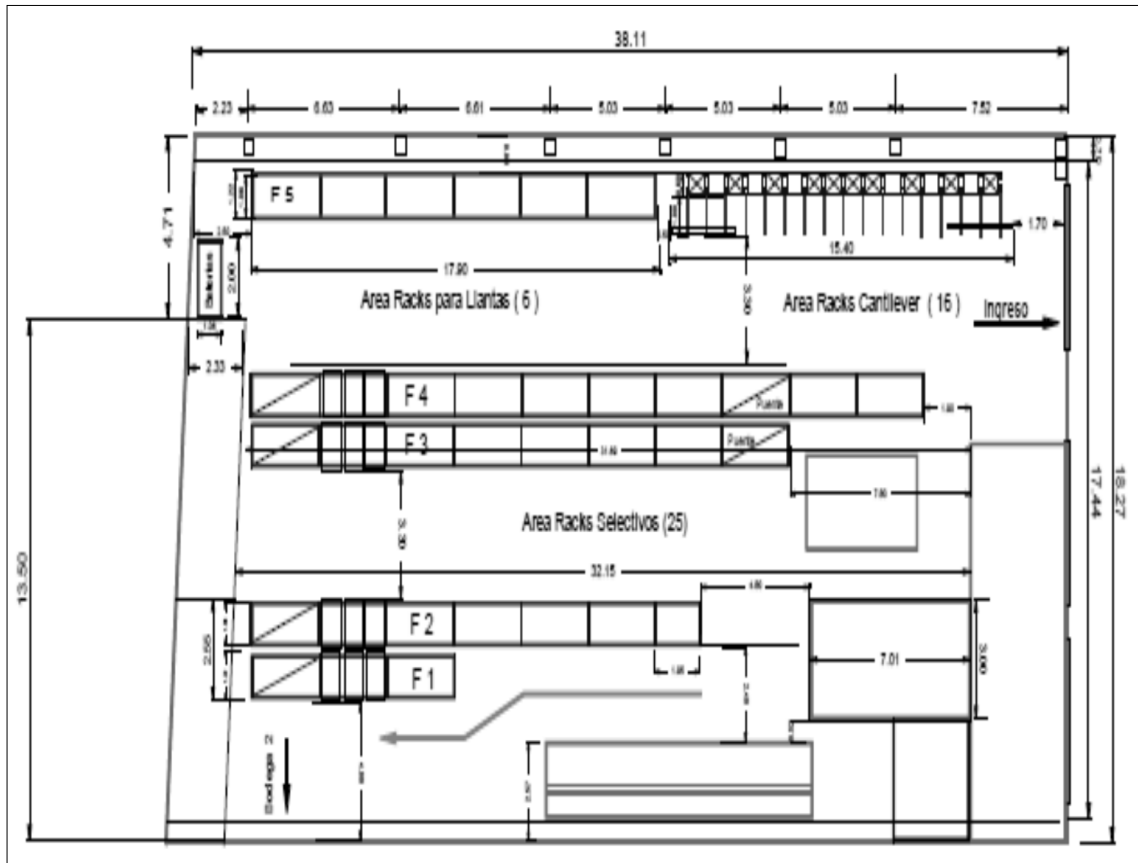
| Descripción | Largo (D) | Ancho (W) | Peso (lb)/ pallet |
|--------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| <i>Pallet #1</i> | 48 | 32 | 1 666 |
| <i>Pallet #2</i> | 42 | 48 | 2 500 |

Fuente: elaboración propia, medidas en pulgadas y peso en libras.

De acuerdo a las especificaciones de *rack* por CATERPILLAR la dimensión del *rack* de viga es de 96 pulgadas y de fondo del *rack* 42 pulgadas, respectivamente.

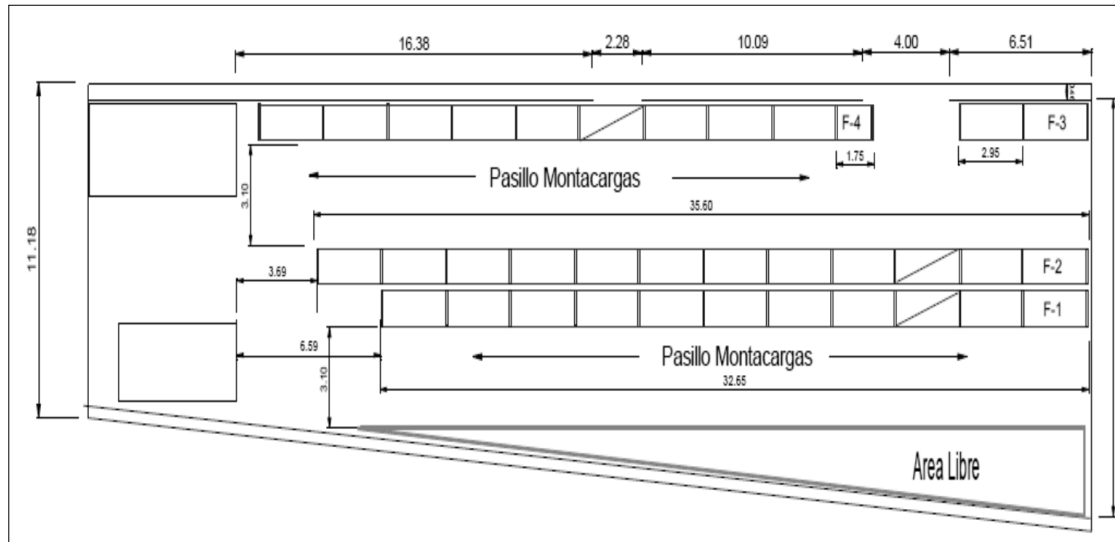
Con esta información se realiza el diseño de los *racks* y distribución en planta con el proveedor, para mejorar la utilización del espacio físico en bodega basada en la distribución inicial, quedando de la siguiente manera:

Figura 72. Distribución de *racks* por proveedor en bodega nueva



Fuente: *Diseño del proveedor* PROEQUIPOS. Consulta: julio 2017.

Figura 73. **Distribución racks bodega 2**

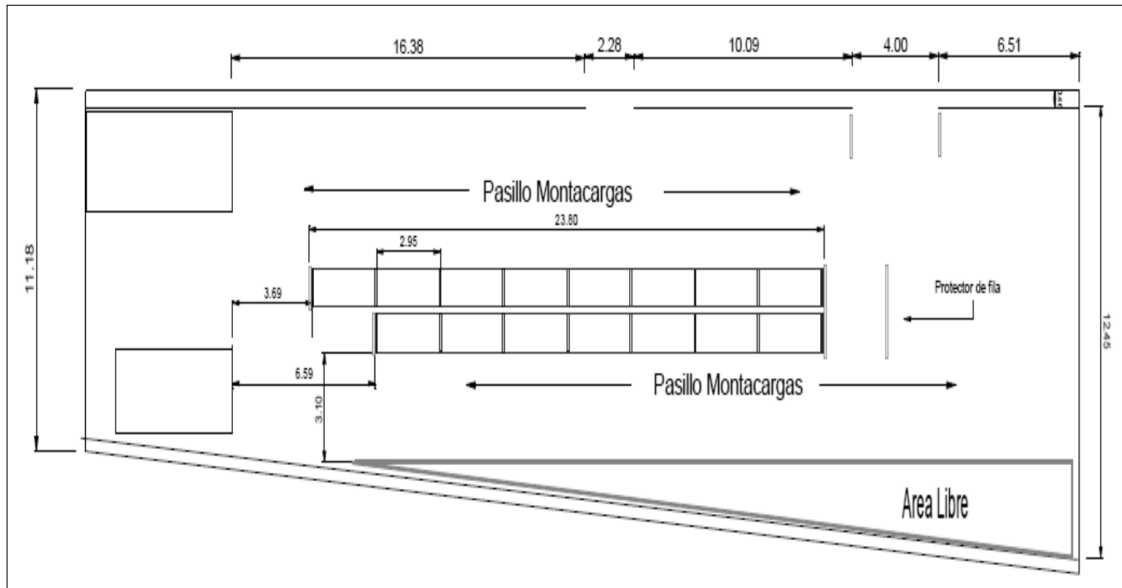


Fuente: Distribución de Racks. PROEQUIPOS. Consulta: julio 2015.

Esta distribución es referente al espacio que ya se tenía en bodega donde estaban organizadas las áreas operativas *Stock*, *REMAN*, *Aéreos* y *Empaque*.

La distribución se modificó para ahorro de costos reutilizando los racks existentes que son todos los de F4 y F3, como también parte de los F2 Y F1, que son 6 módulos del fondo, quedando de la siguiente manera.

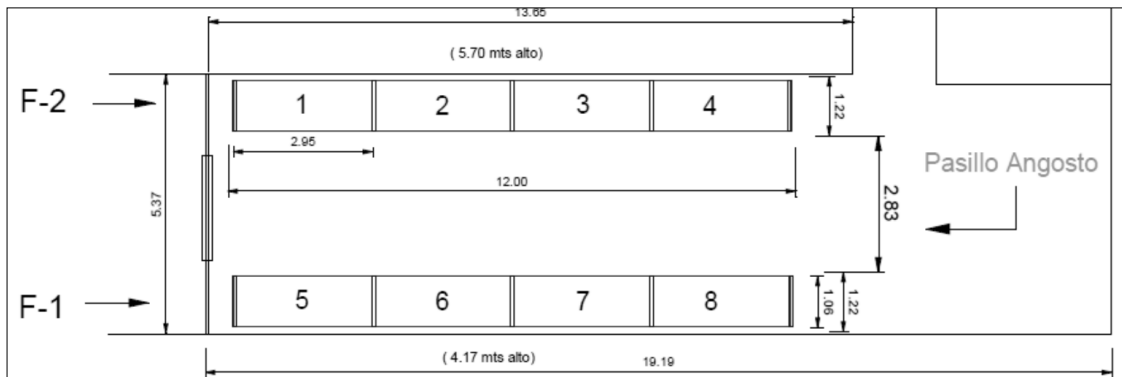
Figura 74. **Distribución actualizada de bodega 2**



Fuente: Distribución Racks. PROEQUIPOS. Consulta: julio 2015.

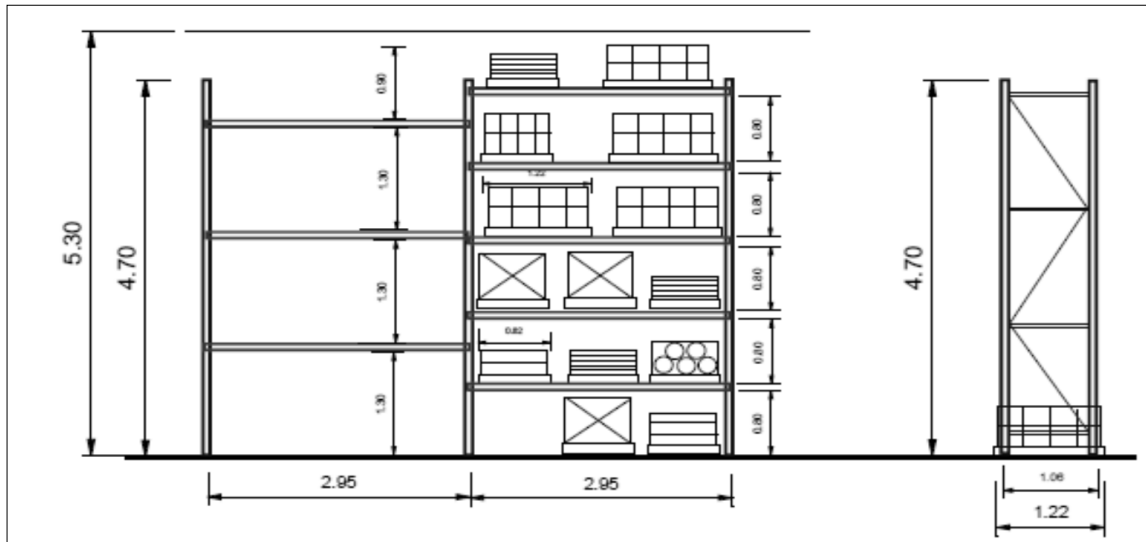
Para aprovechar el espacio existente en lo que respecta a la bodega donde se encuentran los gabinetes y estanterías aledaño se encuentra el mostrador de taller, donde también se implementan *racks* reutilizando los propios con ayuda del proveedor se obtuvo el diseño.

Figura 75. **Distribución racks área de taller**



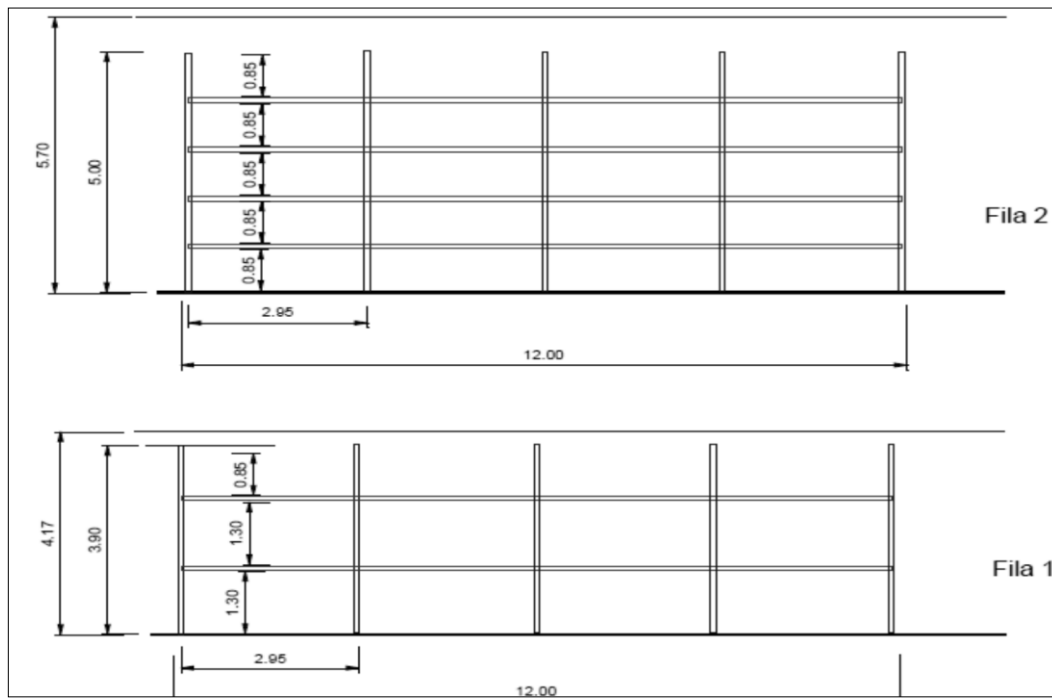
Fuente: Distribución Racks. PROEQUIPOS. Consulta: julio 2015.

Figura 77. Niveles por rack en bodega 2



Fuente: Distribución Racks. PROEQUIPOS. Consulta: julio 2015.

Figura 78. Niveles por rack en bodega taller

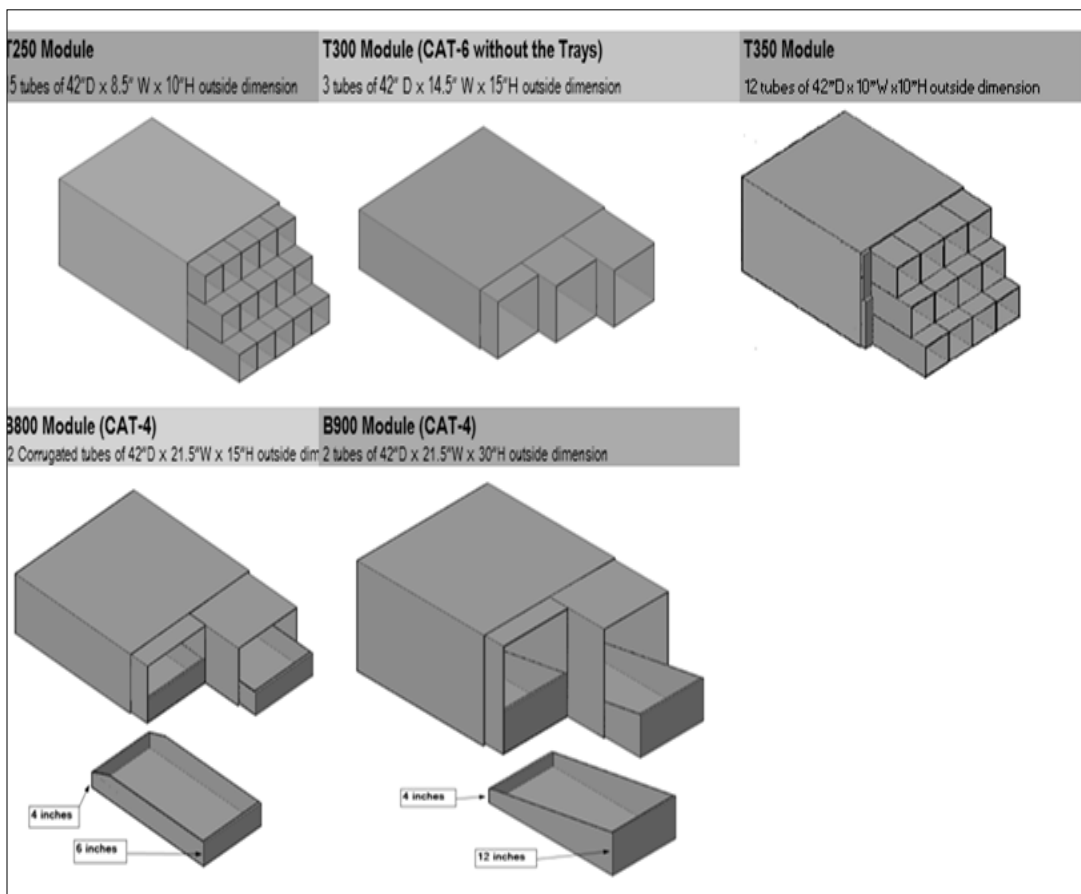


Fuente: Distribución Racks. PROEQUIPOS. Consulta: julio 2015.

2.5.1.1. Módulos de almacenamiento para *racks* recomendados por CATERPILLAR

CATERPILLAR recomienda incrustar módulos prediseñados para el almacenamiento de repuestos, y de esta manera maximizar el espacio disponible dentro de cada nivel en el *rack*. El diseño de los mismos son los siguientes:

Figura 79. Módulos de almacenamiento en *racks*



Fuente: Análisis *Racks*. CATERPILLAR. Consulta: julio 2015.

Estos módulos tienen una capacidad de locaciones o ubicaciones de almacenamiento por nivel, los cuales se detallan a continuación:

Tabla XVI. **Dimensiones de módulos de *rack***

| Modulo | Dimensiones (pulgadas) | | | Capacidad locaciones/ nivel |
|---------------|-------------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| | Profundidad | Ancho | Alto | |
| T250 | 42 | 44 | 32 | 30 |
| T300 | 42 | 44 | 16 | 12 |
| T350 | 42 | 44 | 32 | 24 |
| B800 | 42 | 44 | 16 | 8 |
| B900 | 42 | 44 | 32 | 4 |

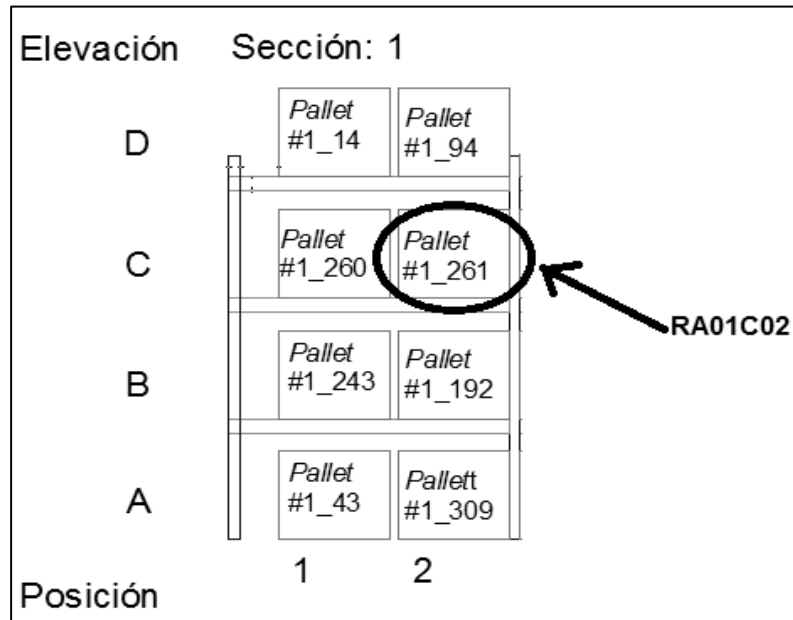
Fuente: *Análisis Racks*. CATERPILLAR. Consulta: julio 2015.

2.5.1.2. Codificación de posiciones en *racks*

Debido a que actualmente se tiene una codificación de las ubicaciones de los repuestos en los *racks* existentes, pero no de una forma unificada, para ello CATERPILLAR recomienda unificarlos por tramos de *racks* o bien pasillos, niveles por módulo de *rack* y por posición de repuesto.

Para ello se diseñó la siguiente codificación para identificar los productos en los *racks*.

Figura 80. **Codificación de racks**



Fuente: elaboración propia.

En donde los dígitos de codificación identifican lo siguiente:

RA: establece que es el tramo de *racks* A

01: indica la sección del tramo de *racks* A

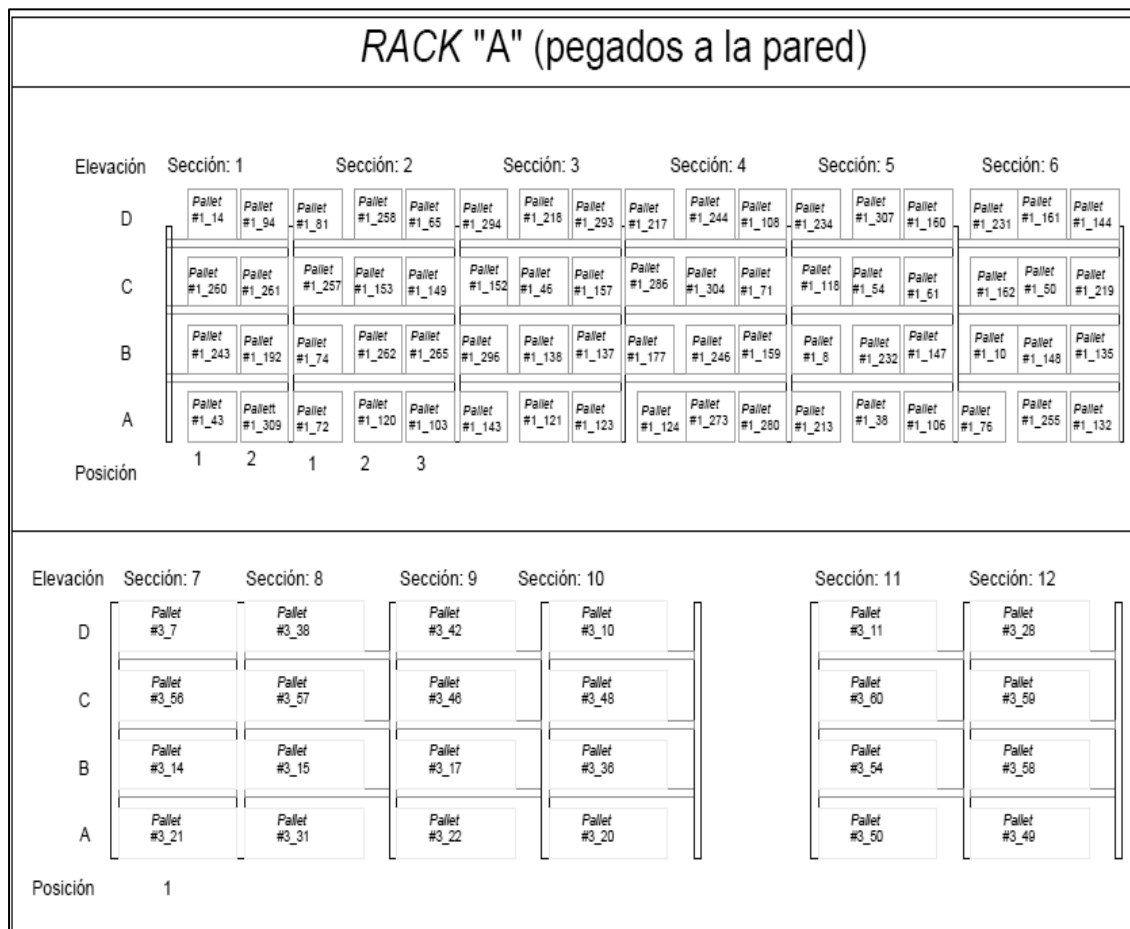
C: indica el nivel en el cual está localizado el producto

02: indica la posición dentro del nivel localizado

2.5.1.4. Distribución de los repuestos

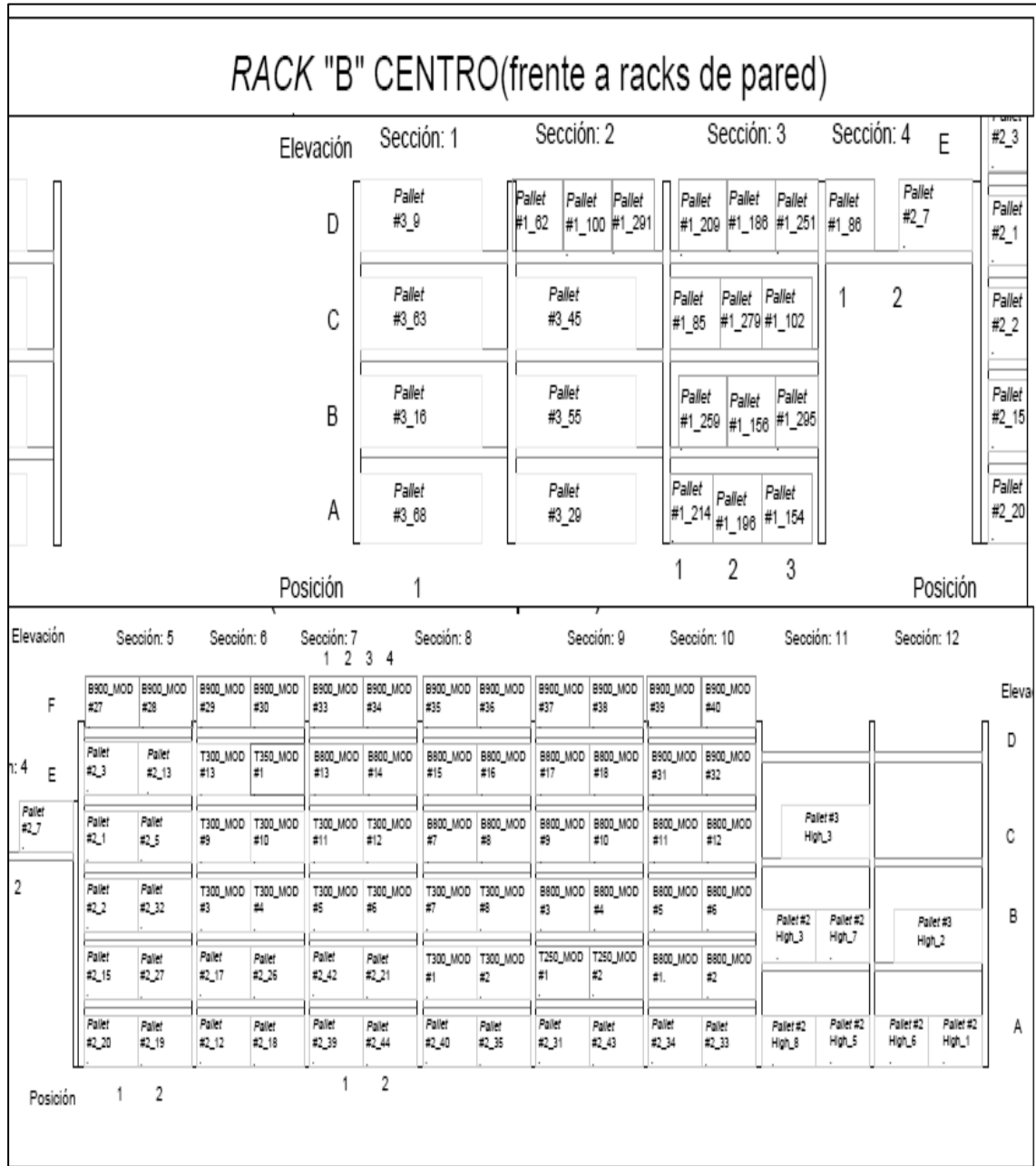
La distribución de los repuestos se realizó de acuerdo a peso, reubicando lo más pesado a nivel de piso y lo menos pesado que puede manipularse manualmente en los niveles siguientes; se toma el criterio de ubicar al primer nivel siendo esto a piso todo repuesto con peso mayor a 100 lb, y en los siguientes niveles los repuestos de peso menor a 100 lb.

Figura 82. Distribución de repuestos **RACK A** en bodega 2



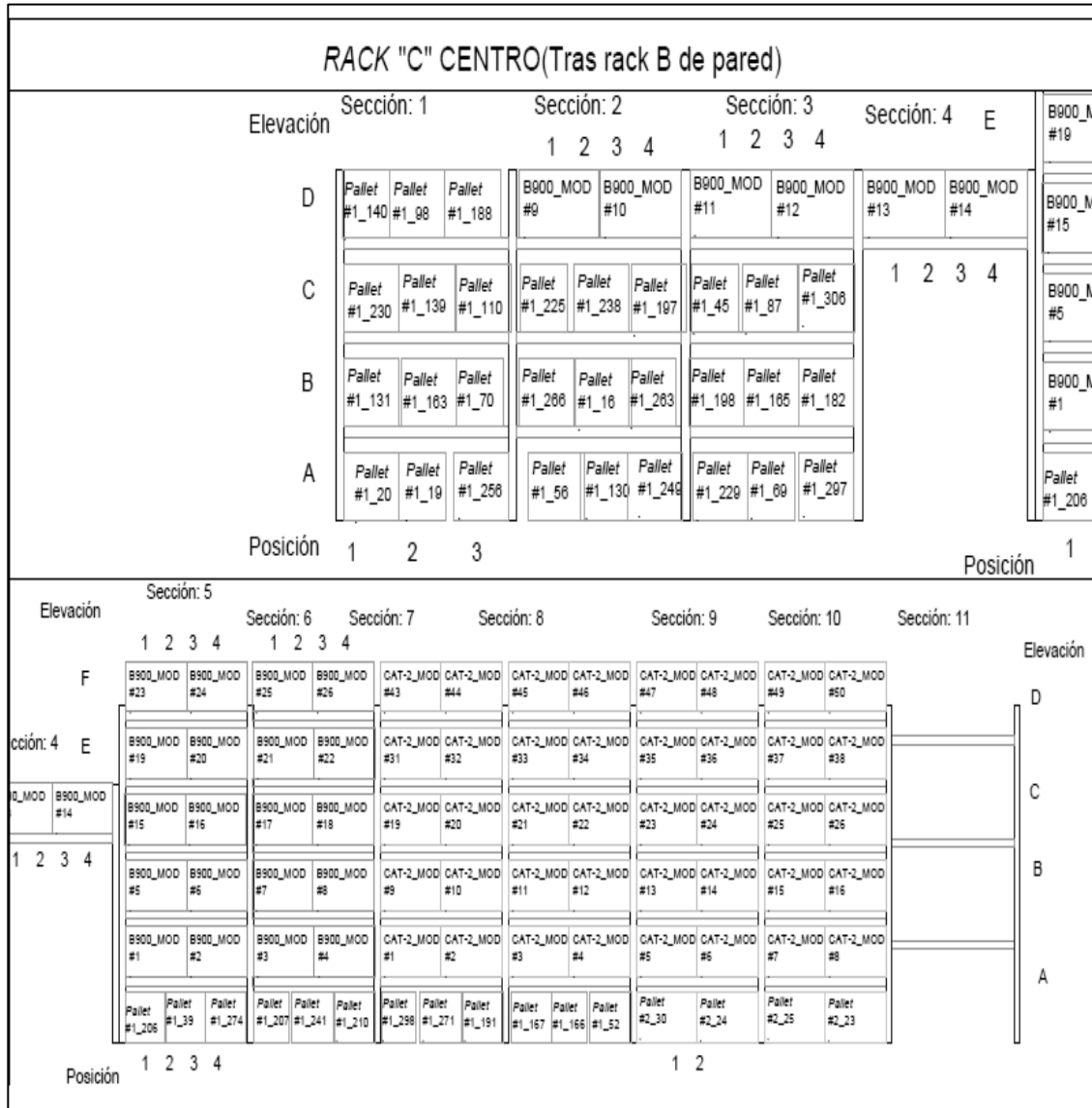
Fuente: elaboración propia.

Figura 83. Distribución de repuestos **RACK B** en bodega 2



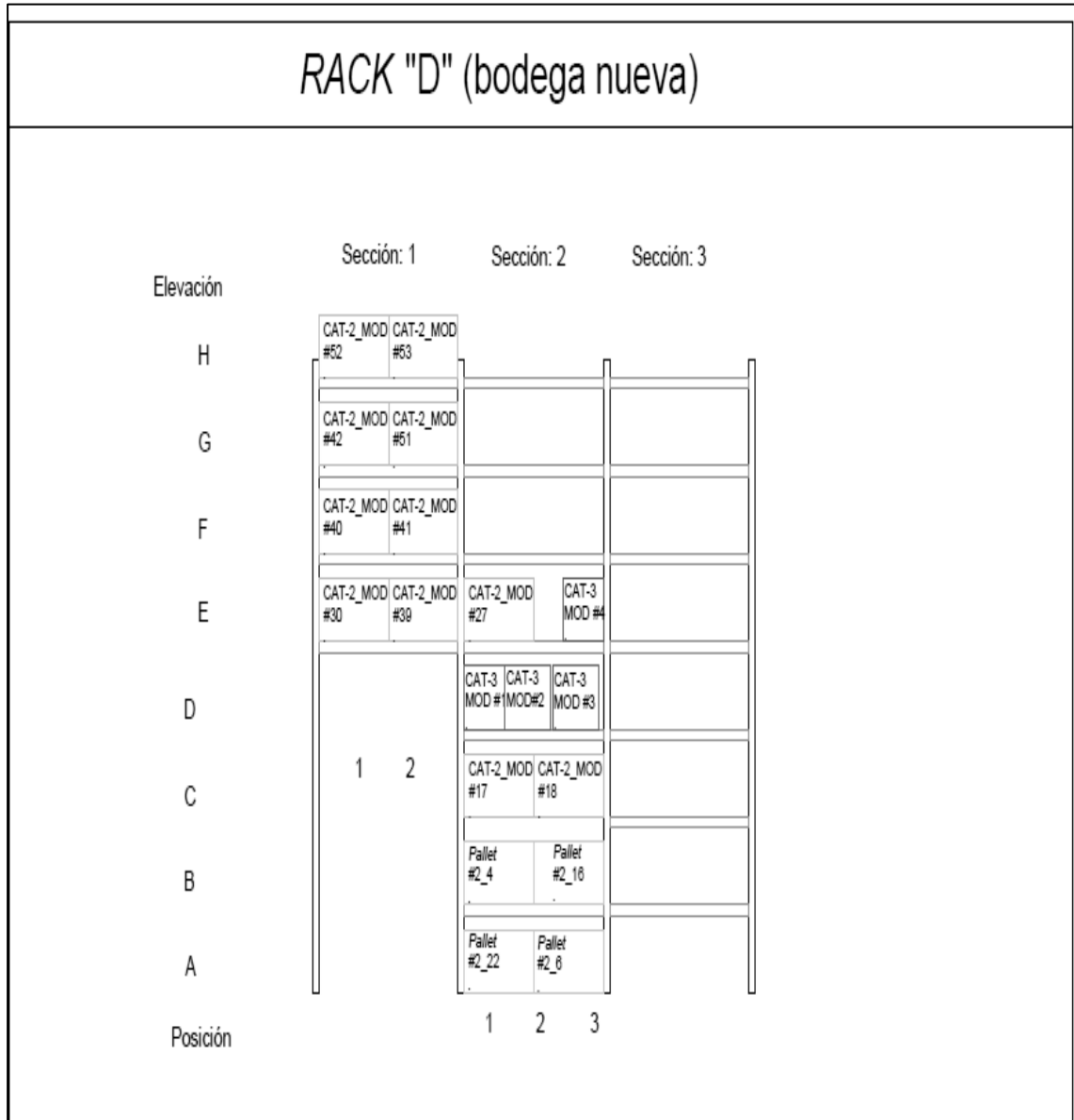
Fuente: elaboración propia.

Figura 84. Distribución de repuestos RACK C bodega 2



Fuente: elaboración propia.

Figura 85. Distribución de repuestos **RACK D** bodega Nueva



Fuente: elaboración propia.

2.5.1.5. Racks de llantas

El diseño del *rack* de llantas, tomando como base las dimensiones recomendadas con anterioridad por CATERPILLAR adecuando el mismo para el almacenaje del diferente inventario de llantas que se tiene, se tomaron en consideración los siguientes aspectos para distribución y diseño:

- Tamaño, ancho, alto y peso de llantas
- Cantidades en inventario
- Rotación en ventas
- Máximos y mínimos de acuerdo a inventario

Con esto se determina la distribución de las mismas, con la metodología de ubicación de las llantas empezando del primer nivel (a piso) con las más grandes y pesadas, subiendo de categoría en niveles, hasta finalizar con las más pequeñas y livianas a más altura.

Figura 86. Distribución de llantas en racks

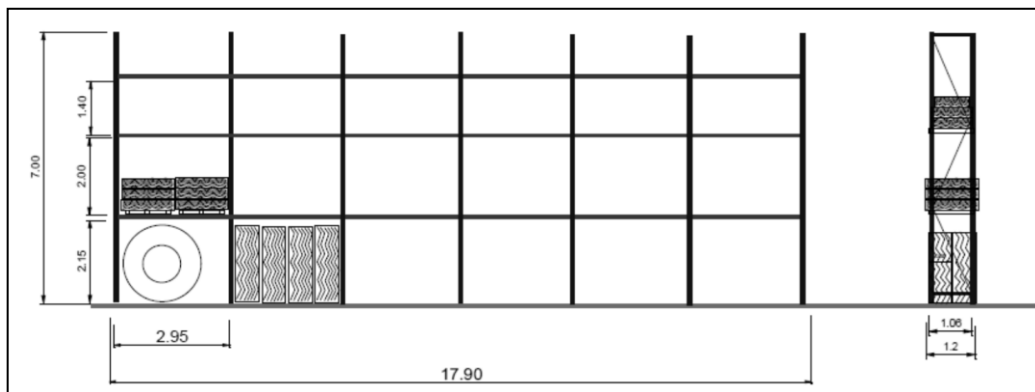
| PANO20 | DS18 | Ancho (cm) | Alto cara(cm) | Diámetro rin (cm) | altura total (cm) | Peso (kg) | peso (Lb) | STOCK | |
|---------------|--------------------|------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-------|-----------------------------------|
| 28736 | 10.00-20 | 25.4 | 25.4 | 50.8 | 102 | 43.8 | 97 | 2 | 2 tarima 4to-5.2 |
| 304257 | 11L-15 FI | 27.94 | 27.94 | 38.1 | 94 | 51 | 112 | 2 | 2 tarima 4to-1.1 |
| 123392 | 12.00R20 XMINE D2 | 30.48 | 30.48 | 50.8 | 112 | 126.934 | 280 | 8 | 6 tarima 1er 6.1/ 2 1er 6.2 |
| 1200R24/18 | 12.00R24 PLY 18 G2 | 30.48 | 30.48 | 60.96 | 122 | 131.661 | 290 | 2 | 2 tarima 1er-6.2 |
| 110296 | 12.00R24 XZM TL | 30.48 | 30.48 | 60.96 | 122 | 131.661 | 290 | 0 | |
| 010971 | 13.00X24 PR14 POG2 | 33.02 | 33.02 | 35.56 | 102 | 73.19 | 161 | 2 | 2 tarima 1er-6.2 |
| FIRESTONE 370 | DURAFORCE370/75X28 | 37 | 27.75 | 71.12 | 127 | 220 | 485 | 2 | 2 3er-2 |
| 429770 | FIRESTON 370/75-28 | 37 | 27.75 | 71.12 | 127 | 220 | 485 | 10 | 7 3er -1/3 er -2 |
| 542794 | 500/70R24 IND TL X | 50 | 35 | 60.96 | 131 | 93.32 | 206 | 8 | 2 3er -2/5 3er 3/ 1 3er 4 |
| 316223 | 440/80 R28 156A8/1 | 44 | 35.2 | 71.12 | 142 | 112.47 | 248 | 6 | 3 por tarima / 2 tarimas-- 3er 5 |
| 788305 | 16.00R25 X-STRA TL | 40.64 | 40.64 | 63.5 | 145 | 275.431 | 607 | 2 | 1 tarima 3er 6 |
| 14928 | TIRE 14.9-28 R1 6P | 37.85 | 37.85 | 71.12 | 147 | 147 | 324 | 4 | 1 en tarima 3er -6/ 3 tarima 3r-6 |
| 123707 | 17.5R25 XSM D2+ TL | 44.45 | 44.45 | 63.5 | 152 | 297.259 | 655 | 2 | 2do -1 |
| 545441 | 18.00R25 X STACKER | 45.72 | 45.72 | 63.5 | 155 | 480.46 | 1059 | 2 | 2do -1 |
| 110079 | 225/75R15 XZM TL | 22.5 | 16.88 | 38.1 | 72 | 31.323 | 69 | 0 | |

Fuente: elaboración propia.

2.5.1.6. Diseño de rack de llantas

El diseño del *rack* conforme a la distribución realizada presentado por el proveedor se establece de la siguiente manera:

Figura 87. Diseño de rack de llantas



Fuente: proporcionada por Proequipos SA. Consulta: julio 2015.

2.5.1.7. Distribución y centralización de lubricantes en *racks*

Para la distribución de lubricantes en *racks*, tomando como base las medidas recomendadas por CATERPILLAR, se tomaron los siguientes criterios para la centralización de lubricantes:

- Cantidades en existencia
- Rotación en ventas
- Máximos y mínimos de acuerdo a inventario
- Semejanza de lubricantes, tonel, cubeta y por galón

La metodología de la distribución en los *racks* se realizó ubicando en los primeros niveles (a piso) los lubricantes que son manejables y con mayor rotación, en este caso cubetas, galones por semejanza y los toneles de lubricante o refrigerante, son ubicados en el segundo nivel en una sección completa de *rack*.

El *stock* excedente es ubicado en los siguientes niveles, a modo de tener en la misma sección la disponibilidad de cada tipo de lubricante y refrigerante, para la facilidad en reposición de inventario disponible y rotación del mismo.

Figura 88. Forma de almacenaje de lubricante anterior



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Figura 89. Forma de almacenaje actual



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

2.5.1.8. Distribución de herramienta de corte

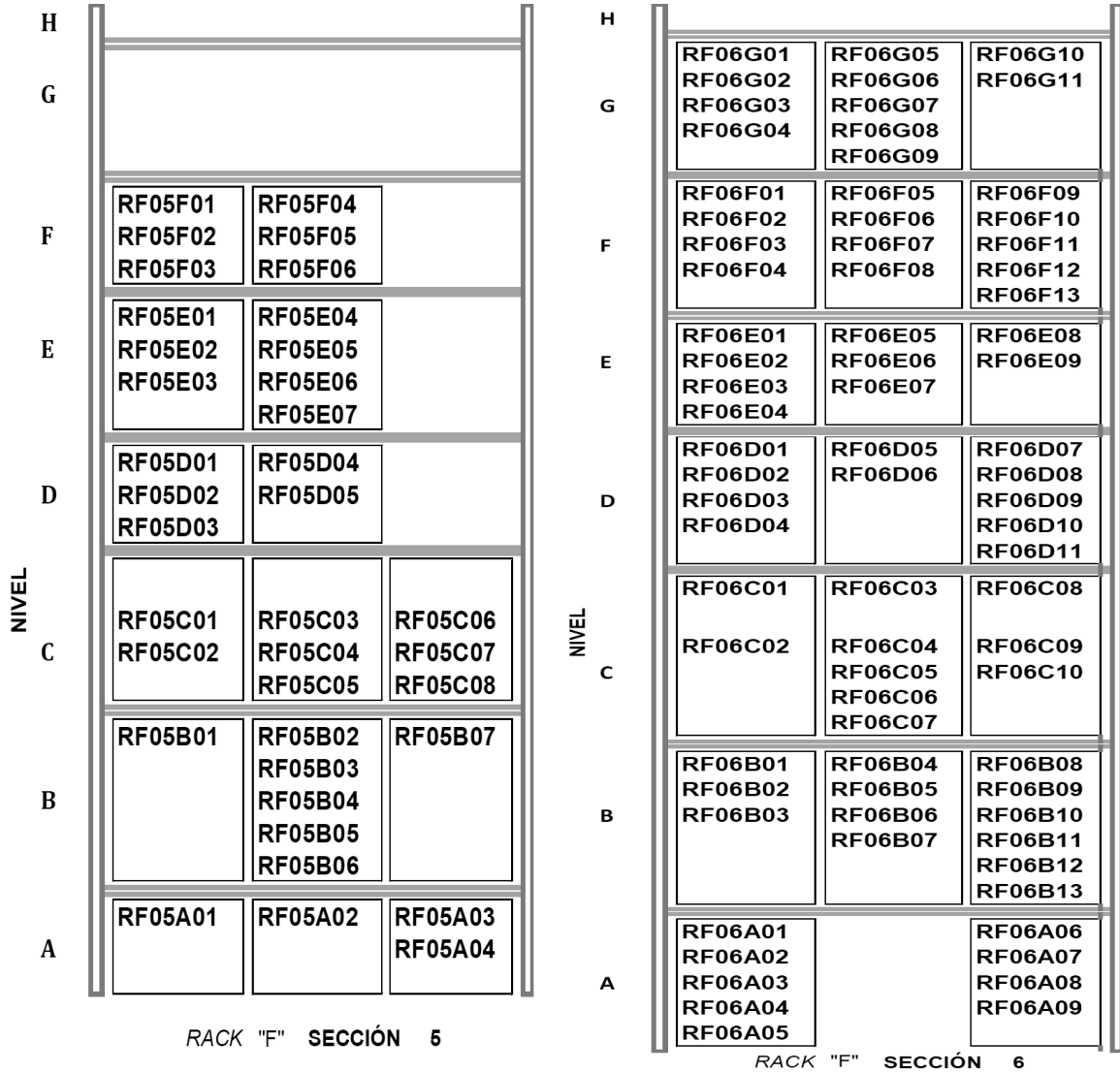
La mayor parte de herramienta de corte manejada por GENTRAC S.A., se encuentra ubicada en el exterior de la bodega, esta forma actual del almacenaje hace que el producto corra riesgos de deterioro por la humedad ya que en su totalidad son productos de metal, tendiendo a tener oxidación por el clima.

Para ello se realizó la reorganización de la misma en los *racks* diseñados conforme las especificaciones de CATERPILLAR, tomando los siguientes criterios:

- Cantidades en existencia
- Rotación en ventas
- Máximos y mínimos de acuerdo a inventario
- Pesos y formas de la herramienta

De esta manera se realizó un mapa de ubicaciones en donde se organizaron por caja o tarima, en dicho mapa cada cuadro significa una tarima o bien una caja que contienen las diferentes locaciones que corresponden a un tipo de herramienta distinto.

Figura 90. Mapa de distribución de herramienta de corte en *racks* 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 91. Mapa de distribución de herramienta de corte en *racks* 2

| | | | | |
|--------------|---|--|---|--|
| NIVEL | H | | | |
| | G | RF07G01 RF07G02 RF07G03 | RF07G04 RF07G05 RF07G06 | RF07G07 RF07G08 |
| | F | RF07F01 RF07F02 RF07F03 | RF07F04 RF07F05 RF07F06 | RF07F07 RF07F08 RF07F09 |
| | E | RF07E01 RF07E02 RF07E03 | RF07E04 RF07E05 RF07E06 | RF07E07 RF07E08 RF07E09 RF07E10 |
| | D | RF07D01 RF07D02 RF07D03 RF07D04 RF07D05 RF07D06 | RF07D07 RF07D08 | RF07D09 RF07D10 |
| | C | RF07C01 RF07C02 RF07C03 | RF07C04 RF07C05 RF07C06 | RF07C07 RF07C08 RF07C09 RF07C10 RF07C11 RF07C12 |
| | B | RF07B01 RF07B02 RF07B03 RF07B04 RF07B05 RF07B06 | RF07B07 RF07B08 RF07B09 RF07B10 RF07B11 RF07B12 | RF07B13 RF07B14 RF07B15 |
| | A | RF07A01 RF07A02 RF07A03 RF07A04 RF07A05 | RF07A06 RF07A07 RF07A08 RF07A09 RF07A10 RF07A11 RF07A12 | RF07A13 RF07A14 RF07A15 |
| | | <i>RACK "F" SECCIÓN 7</i> | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 92. **Forma de almacenaje anterior de herramienta de corte**



Fuente: patio instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Figura 93. **Almacenamiento actual de herramienta de corte en *racks***



Fuente: instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

2.5.1.9. Costos

Tabla XVII. Costos de racks

| DETALLE | TOTAL RACKS | Sub- Total |
|--|----------------------|---------------------|
| <p>Capacidad del Sistema: 540 posiciones de Tarimas; Niveles de Carga Piso + 5 / 7; Dimensiones máx.. de Tarima: 0,82 (F) x 1,22 (P) x 0,70 / 1,20 (A) m; Peso máx.. Tarima: 1 670 lb; Marcos: Tipo estructural, monolítico, carga 25 500 kg, Factor 1,6, Refuerzo a 1,22 m, Acabado: Pintura, Esmalte Industrial al Horno, color azul; Largueros: T-4 (ch-12) con capacidad de carga de 5 400 lb / par; Tipo de conector: 6 Tornillos Galvanizado, doble roldana, Acabado: Pintura Esmalte al Horno, color naranja; Ajustables cada 5,0 cms, Espaciadores de Fila: Angular de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8", de 0,20 mts.; Placa de soporte: 6 " x 5". Protectores de fila: (Doble), Protectores de fila: (Simple)</p> | 23 | Q 235 661,00 |
| | TOTAL PUENTES | |
| | 2 | |
| <u>RACKS PARA LLANTAS</u> | | |
| <p>Capacidad del Sistema: 32 posiciones de Tarimas; Niveles de Carga Piso + 3; Dimensiones máx.. de Tarima: 2,00 (F) x 1,22 (P) x 0,93 (A) mts; Peso máx.. Tarima: 2 200 lb; Marcos: Tipo estructural, monolítico, carga 10 000 kg; Factor 1,6, Refuerzo a 1,22 m, Acabado: Pintura, Esmalte industrial al Horno, color azul, Largueros: T-4 (ch-14) con capacidad de carga de 4 600 lb / par, Tipo de conector: 6 Tornillos Galvanizado, doble roldana, Acabado: Pintura Esmalte al Horno, color naranja, Ajustables cada 5,0 cm, Espaciadores de Fila: Angular de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8", de 0,20 m.; Placa de soporte: 6 " x 5"</p> | 6 | |
| | TOTAL RACKS | Sub Total |
| DETALLE (BODEGA 2) | | |
| <p>Capacidad del Sistema: 252 posiciones de Tarimas; Niveles de Carga Piso + 3 / 5; Dimensiones máx.. de Tarima: 0,82 (F) x 0,82 (P) x 0,65 / 1,20/ 0.70 (A) m; Peso máx.. Tarima: 1 670 lb; Marcos: Tipo estructural, monolítico, carga 25 500 kg; Factor 1,6, Refuerzo a 1,22 m, Acabado: Pintura, esmalte Industrial al Horno, color azul, Largueros: T-4 (ch-12) con capacidad de carga de 5 400 lb / par, Tipo de conector: 6 Tornillos Galvanizado, doble roldana, Acabado: Pintura Esmalte al Horno, color naranja, Ajustables cada 5,0 cm, Espaciadores de Fila: Angular de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8", de 0,20 m., Placa de soporte: 6 " x 5". Protectores de Fila: (Doble), Protectores de Fila: (Simple)</p> | 15 | Q 105 990,00 |
| | TOTAL PUENTES | |
| | 0 | |
| | TOTAL | Q 341 651,00 |

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Criterios para almacenamiento en gabinetes

De acuerdo a las especificaciones recomendadas en la cantidad necesaria de gabinetes a utilizar según los diferentes perfiles, se realizó un recuento de los gabinetes existentes, de los cuales se tienen de las dos medidas establecidas por CATERPILLAR.

El recuento mostrado a continuación, establece la configuración actual de los gabinetes y la cantidad de los dos tamaños de gabinetes que se tienen.

Figura 94. **Perfiles y configuración de gabinetes existentes**

| Perfil A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|---|----|---------------|----|----|----|----|------|----|------|----|----|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | I | 20 | L | 20 | K | 40 | J | 20 | H | 20 | G | 20 | |
| K | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | H | 20 | K | 20 | J | 20 | H | 20 | G | 20 | F | 20 | |
| H | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | G | 20 | J | 20 | H | 20 | G | 20 | F | 30 | D | 30 | |
| G | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | F | 20 | H | 20 | G | 40 | F | 20 | E | 30 | E | 20 | |
| F | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | E | 20 | G | 30 | F | 20 | E | 30 | D | 30 | C | 30 | |
| E | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | D | 50 | handle folder | F | 30 | E | 30 | D | 30 | C | 50 | B | 50 |
| D | 30 | 20 | 30 | 20 | 20 | 20 | C | 50 | handle folder | E | 40 | D | 30 | C | 40 | B | 50 | A | alta |
| C | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | B | 50 | D | 40 | C | 40 | B | 50 | A | alta | | | |
| B | 40 | 20 | 30 | 30 | 20 | 20 | A | 50 | C | 40 | B | 50 | A | alta | | | | | |
| A | 50 | 20 | 30 | 30 | 20 | 20 | | | B | 40 | A | 50 | | | | | | | |
| B | 50 | | 30 | 50 | 50 | 20 | | | A | 40 | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 40 | | | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 40 | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los diferentes colores son los diferentes tipos de configuraciones que se tienen, los cuales son configurados de acuerdo al tamaño de gaveta, como también a las configuraciones internas de locaciones. En donde los números (20, 30, 40, 50) son los tamaños de gavetas que se tienen en cada uno de los gabinetes configurados.

La siguiente imagen muestra el recuento de los diferentes perfiles encontrados:

Figura 95. **Recuento de perfiles de gabinetes existentes**

| | cantidad |
|--|-----------|
| AA01,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,39,41; AB26,25,22,19,15,13,7,5; AB39,41,43,AC16 | 31 |
| AA35,37,43; AB21,18,17,11,9,3,1 | 10 |
| AB33,31 | 2 |
| AB29,27 | 2 |
| AB24,23 | 2 |
| AB20 | 1 |
| AB35; AC14 | 2 |
| AB36,38,42,44; AC02,04,06,08,10,12 | 10 |
| AB37 | 1 |
| AD01,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 | 11 |
| AD13,14,15,16,17,18 | 6 |
| AD19,20,21,22 | 4 |
| TOTAL | 82 |

| EXISTENCIA DE GABINETES | |
|-------------------------|---------------------|
| WIDE CABINETS | EXTRA WIDE CABINETS |
| 72 | 10 |

Fuente: elaboración propia.

En donde los códigos (AA01, D01, AB01, AC), es como tienen localizados los gabinetes actualmente; en el recuento se obtuvieron las cantidades de los dos tipos de gabinetes siendo estos *Extra Wide* (45 pulgada ancho) y *Wide* (30 pulgadas ancho).

De acuerdo a las cantidades necesarias para almacenaje recomendadas por CATERPILLAR, en total se tienen que obtener 120 gabinetes de 30" de ancho, de los cuales se tienen una cantidad de 72 gabinetes, como también se deben obtener 40 gabinetes de 45" de ancho, de los cuales se tiene 10 gabinetes.

Con este recuento se tiene en resumen de las cantidades que se deberían de obtener por los perfiles recomendados, conforme lo que se tiene en existencia.

Figura 96. **Resumen gabinetes formados con los existentes**

| PERFIL | CANTIDAD NECESARIA | CANT. FORMADO | FALTAN |
|--------|--------------------|---------------|-----------|
| A | 16 | 16 | 0 |
| B | 25 | 25 | 0 |
| C | 7 | 7 | 0 |
| D | 8 | 0 | 8 |
| E | 9 | 0 | 9 |
| F | 9 | 0 | 9 |
| G | 21 | 0 | 21 |
| H | 22 | 0 | 22 |
| | TOTALES | 48 | 69 |

Fuente: elaboración propia.

Se tendrían una cantidad de 48 gabinetes formados con los existentes, de los cuales faltarían 69 gabinetes de los distintos perfiles recomendados por CATERPILLAR.

2.5.2.1. Distribución de gabinetes y gavetas para formar perfiles recomendados por CATERPILLAR

Con el recuento realizado solo se obtienen los perfiles que actualmente hay en existencia para poder cumplir con lo recomendado por CATERPILLAR según los perfiles, solo se pueden formar 48 gabinetes de los 160 que se necesitan. Por lo que se realizó un recuento de la cantidad de gavetas que se tienen de los distintos tamaños conforme a los dos tipos de gabinetes (*extra wide* y *wide*) que se tienen, para poder aprovechar mucho más los gabinetes existentes como las gavetas de los mismos.

Para ello se tiene el recuento de las gavetas como se muestra:

Tabla XVIII. **Conteo de gavetas para gabinetes 30" ancho**

| CONTEO DE GAVETAS (<i>DRAWER CABINETS 30"</i>) | Existencia |
|--|------------|
| V20 | 311 |
| V30 | 127 |
| V40 | 63 |
| V50 | 66 |
| V50 <i>Hangin folder</i> | 8 |
| ALTAS | 21 |
| Total | 596 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Conteo de gavetas para gabinetes 45" ancho**

| CONTEO DE GAVETAS (EXT WIDE CABINETS 45") | Existencia |
|--|-------------------|
| V20 | 40 |
| V30 | 20 |
| V40 | 50 |
| V50 | 0 |
| <i>V50 Hangin folder</i> | 0 |
| ALTAS | 0 |
| Total | 110 |

Fuente: elaboración propia.

Estas cantidades de gavetas se toman para distribuir las dentro de los demás gabinetes existentes para formar los perfiles recomendados que requieren una cantidad determinada de cada tipo de gaveta, ya que con los perfiles existentes pueden formarse la cantidad necesaria del perfil A (ver anexos, cantidades y tipos de perfil).

Distribución de gavetas para formar los distintos perfiles de gabinetes de 30" ancho.

Figura 97. Distribución de gavetas para perfiles de 30" ancho

| NECESIDADES DE GAVETAS POR PERFIL | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-----|-----|-----|---------------------------------------|------|------|------|----------------------------|------------------------------------|-----------|----|
| Perfil gabinete | DEMANDA | | | | TOTAL DE GAVETAS PARA CUMPLIR DEMANDA | | | | total gabinetes necesarios | gabinetes cubiertos con existencia | faltantes | |
| | V20 | V30 | V40 | V50 | V20 | V30 | V40 | V50 | | | | |
| B | | 125 | 50 | 50 | 50 | 197 | 66 | 24 | 14 | 25 | 25 | 0 |
| C | | 35 | 14 | 14 | 14 | 162 | 52 | 10 | 0 | 7 | 7 | 0 |
| D | | 40 | 16 | 16 | 16 | 122 | 36 | -6 | -16 | 8 | 0 | 8 |
| E | | 45 | 18 | 18 | 18 | 77 | 18 | -24 | -34 | 9 | 0 | 9 |
| F | | 45 | 18 | 18 | 18 | 32 | 0 | -42 | -52 | 9 | 0 | 9 |
| G | | 105 | 42 | 42 | 42 | -73 | -42 | -84 | -94 | 21 | 0 | 21 |
| H | | 0 | 0 | 132 | 44 | -73 | -42 | -216 | -138 | 22 | 0 | 22 |
| TOTALES | | 395 | 158 | 290 | 202 | -468 | -200 | -506 | -340 | 101 | TOTAL | 69 |

NOTA: PARA CUMPLIR CON LOS GABINETES DISPONIBLES QUE SON 72 DEL TIPO WIDE CABINETS 30" SE DEBE REALIZAR LA COMPRA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE GAVETAS, DE LA SIGUIENTE MANERA

PERFIL A COMPLETOS SON 16 gabinetes

| NECESIDADES DE GAVETAS POR PERFIL | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|------------------------------------|-----------|---|
| Perfil gabinete | DEMANDA | | | | TOTAL DE GAVETAS PARA CUMPLIR DEMANDA | | | | total gabinetes necesarios | gabinetes cubiertos con existencia | faltantes | |
| | V20 | V30 | V40 | V50 | V20 | V30 | V40 | V50 | | | | |
| B | | 125 | 50 | 50 | 50 | 197 | 66 | 24 | 14 | 25 | 25 | 0 |
| C | | 35 | 14 | 14 | 14 | 162 | 52 | 10 | 0 | 7 | 7 | 0 |
| D | | 40 | 16 | 16 | 16 | 122 | 36 | -6 | -16 | 8 | 8 | 0 |
| E | | 45 | 18 | 18 | 18 | 77 | 18 | -24 | -34 | 9 | 9 | 0 |
| F | | 35 | 14 | 14 | 14 | 42 | 4 | -38 | -48 | 7 | 7 | 2 |
| TOTALES | | 280 | 112 | 112 | 112 | | | | | 56 | 56 | 2 |
| SE TIENEN QUE COMPRAR | | | | | | 0 | 0 | 38 | 48 | | | |

| NECESIDADES DE GAVETAS PARA LOS PERFILES WIDE CABINETS | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|------|----------------------------|------------------------------------|-----------|----|
| Perfil gabinete | DEMANDA | | | | TOTAL DE GAVETAS PARA CUMPLIR DEMANDA | | | | total gabinetes necesarios | gabinetes cubiertos con existencia | faltantes | |
| | V20 | V30 | V40 | V50 | V20 | V30 | V40 | V50 | | | | |
| F | | 10 | 4 | 4 | 4 | 37 | 2 | -4 | -4 | | 0 | 2 |
| G | | 105 | 42 | 42 | 42 | -68 | -40 | -46 | -46 | | 0 | 21 |
| H | | 0 | 0 | 132 | 44 | -68 | -40 | -178 | -90 | | 0 | 22 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | -68 | -40 | -178 | -90 | | 0 | 0 |
| TOTALES | | 115 | 46 | 178 | 90 | | | | | | 0 | 45 |
| SE TIENEN QUE COMPRAR | | | | | | 0 | 0 | | | | 0 | 45 |

Fuente: elaboración propia.

Distribución de gavetas para los distintos perfiles correspondientes al tipo *extra wide 45"* ancho:

Figura 98. **Distribución de gavetas para gabinetes perfil 45" ancho**

| NECESIDADES DE GAVETAS POR PERFIL EXT WIDE CABINETS | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|----------------------------|
| Perfil gavinete | DEMANDA | | | | TOTAL DE GAVETAS PARA CUMPLIR DEMANDA | | | | total gabinetes necesarios |
| | XV20 | XV30 | XV40 | XV50 | XV20 | XV30 | XV40 | XV50 | |
| N | 35 | 0 | 42 | 0 | 5 | 20 | 8 | 0 | 7 |
| M | 55 | 0 | 66 | 0 | -50 | 20 | -58 | 0 | 11 |
| L | 45 | 18 | 18 | 18 | -95 | 2 | -76 | -18 | 9 |
| K | 40 | 16 | 16 | 16 | -135 | -14 | -92 | -34 | 8 |
| TOTALES | 175 | 34 | 142 | 34 | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | 35 |

Fuente: elaboración propia.

Para formar los distintos perfiles recomendados con las gavetas y gabinetes existentes, se tiene el resumen de las cantidades de gavetas y gabinetes que deben de comprarse para cumplir con lo sugerido por CATERPILLAR:

Figura 99. **Resumen de los diferentes perfiles 30" ancho y tipos gavetas necesarias para formar perfiles recomendados**

| PERFIL | CANTIDAD NECESARIA | CANT. FORMADO | FALTAN | DETALLE DE LA CANTIDAD DE GAVETAS A COMPRAR DE CADA TIPO | | | |
|----------------|--------------------|---------------|-----------|--|-----|-----|-----|
| | | | | V20 | V30 | V40 | V50 |
| A | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 25 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| E | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| F | 9 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| G | 21 | 0 | 21 | | | | |
| H | 22 | 0 | 22 | | | | |
| TOTALES | 117 | 72 | 45 | 0 | 0 | 0 | 38 |

Fuente: elaboración propia.

Distribución de gavetas para los perfiles F, G y H, para completar lo recomendado por CATERPILLAR:

Figura 100. **Distribución de gavetas para gabinetes faltantes perfiles F, G y H**

| PERFIL | CANTIDAD NECESARIA | CANT. FORMADO | FALTAN | DETALLE DE LA CANTIDAD DE GAVETAS A COMPRAR DE CADA TIPO, PARA COMPLETAR LOS FALTANTES | | | |
|----------------|--------------------|---------------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|
| | | | | V20 | V30 | V40 | V50 |
| F | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| G | 21 | 6 | 15 | 0 | 12 | 12 | 12 |
| H | 22 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | | | | |
| TOTALES | 45 | 8 | 37 | 0 | 12 | 16 | 16 |

Descripción: se tienen que comprar 45 gabinetes faltante en total, aprovechando las gavetas restantes del perfil:
F: para completar los 2 faltantes se compran las gavetas restantes como se detalla en la tabla.
G: de las gavetas v20, alcanzan para ajustar a 3 gabinetes y comprar el resto como esta en la tabla
 El resto que serian 40 gabinetes, se compran completos con cada configuracion de gavetas.

Fuente: elaboración propia.

Con la distribución de las gavetas para los gabinetes de 45” ancho, se obtuvo la cantidad a formar con los existentes para cumplir con las recomendaciones de CATERPILLAR:

Figura 101. **Distribución de gavetas para gabinetes 45” ancho**

| PERFIL | CANTIDAD NECESARIA | CANT. FORMADO | FALTAN |
|----------------|--------------------|---------------|-----------|
| K | 8 | 0 | 8 |
| L | 9 | 0 | 9 |
| M | 11 | 3 | 8 |
| N | 7 | 7 | 0 |
| HA | 3 | 0 | 3 |
| HA | 2 | 0 | 2 |
| TOTALES | 40 | 10 | 30 |

Fuente: elaboración propia.

Con esta distribución se aprovechan los 82 gabinetes existentes para formar los distintos perfiles recomendados, de los cuales sobran gavetas y se pueden comprar solo los cajones y sus gavetas correspondientes para completar los gabinetes, los demás se compran completos con las debidas configuraciones de gavetas. Ya que resta comprar 78 gabinetes de los distintos perfiles y tamaños en general.

Tabla XX. **Cantidad de gabinetes a comprar**

| TIPO | GABINETES COMPLETOS | GABINETES SIN GAVETAS (SOLO CAJÓN) |
|-----------------------|----------------------------|---|
| 30" ANCHO | 37 | 8 |
| 45" ANCHO | 20 | 10 |
| <i>HANGING FOLDER</i> | 3 | 0 |
| SUB TOTAL | 60 | 18 |
| TOTAL | | 78 |

Fuente: elaboración propia.

2.5.2.2. Reorganización de repuestos y cantidad de gabinetes recomendados por CATERPILLAR

Con el estudio realizado por CATERPILLAR de los repuestos que deben estar almacenados en gabinetes del inventario existente, recomiendan almacenar 13, 130 *ítems*, los cuales actualmente se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

Tabla XXI. **Estadística de los repuestos recomendados para almacenaje en gabinete**

| ESTADÍSTICA DE REPUESTOS EN GABINETES | | |
|--|---------------|---------------|
| ÁREA DE LOCACIÓN | TOTAL | % |
| GABINETES CON PERFIL A | 3 146 | 23,96 |
| MEZANINE A1-A22 | 2 851 | 21,71 |
| MEZANINE B1-B23 | 429 | 3,27 |
| OTROS GABINETES | 3 077 | 23,43 |
| OTROS GABINETES Y LOCACIONES | 1 196 | 9,11 |
| SIN EXISTENCIA EN INVENTARIO | 2 431 | 18,51 |
| TOTALES | 13 130 | 100,00 |

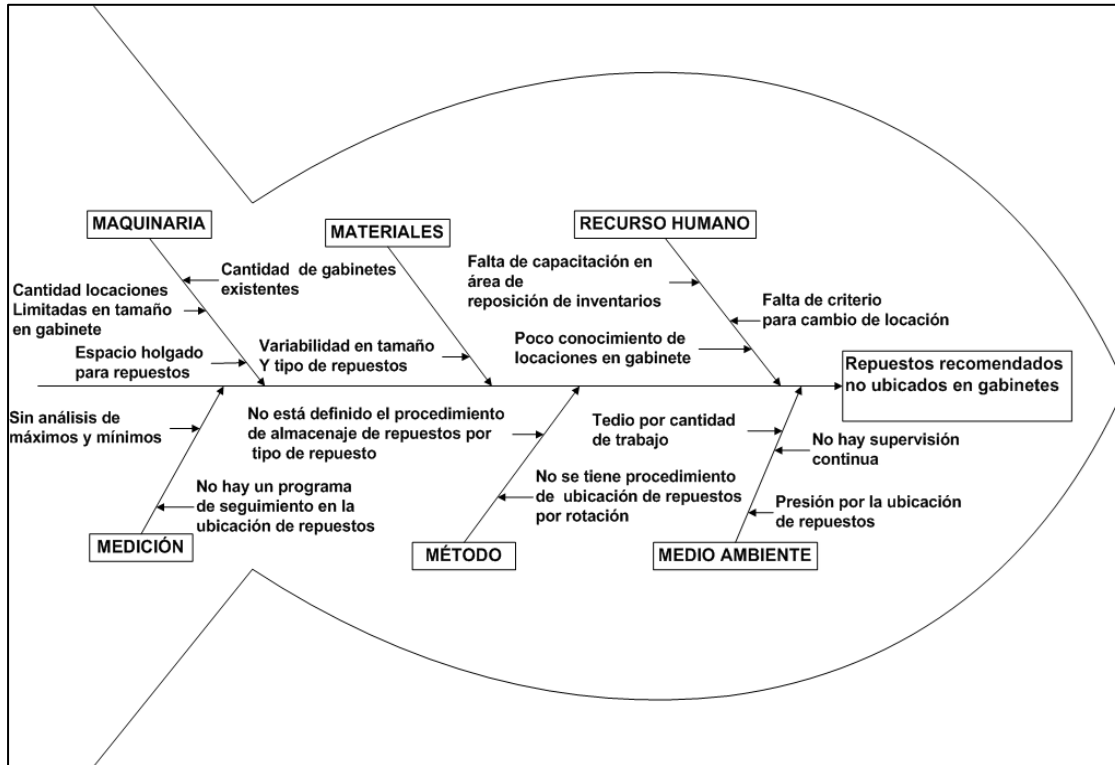
Fuente: elaboración propia.

De los repuestos recomendados para almacenaje en gabinetes se encuentran ya en gabinete el 56,5 % lo que corresponden a las categorías GABINETES CON PERFIL A (estos son gabinetes con configuración acorde a lo recomendado por CATERPILLAR estudio realizado con anterioridad), OTROS GABINETES y OTROS GABINETES Y LOCACIONES.

El resto de repuestos se encuentran ubicados en secciones de estanterías correspondientes al 24,98 % que corresponden a *MEZZANINE* A1-A22 y *MEZZANINE* B1-B23 estos mismo deben de ser reubicados en gabinetes que recomienda CATERPILLAR.

Las causas del por qué estos repuestos se encuentran ubicados en estanterías se refleja en el diagrama *Ishikawa*:

Figura 102. Diagrama de causa y efecto de repuestos no ubicados en gabinete



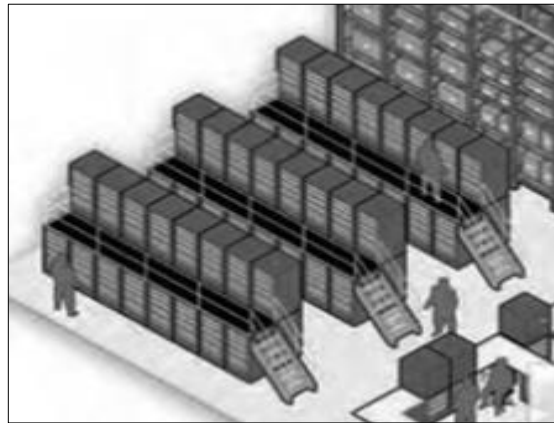
Fuente: elaboración propia.

Para la reorganización de los repuestos en los gabinetes recomendados se moverán los porcentajes correspondientes a los gabinetes designados.

De esta manera la distribución de la cantidad de gabinetes recomendados por CATERPILLAR se eliminarán las secciones de las estanterías en las cuales se concentran los repuestos recomendados para gabinete que corresponden a *MEZZANINE A1-A22* y *MEZZANINE B1-B22*.

Para la mejor utilización del espacio en la reorganización de los gabinetes se aprovechará la altura de la bodega para organizar los mismos con el desmontaje de las estanterías correspondientes formar *MEZZANINES* de gabinete como se muestra en la figura:

Figura 103. **Diseño de *mezzanine* de gabinetes**



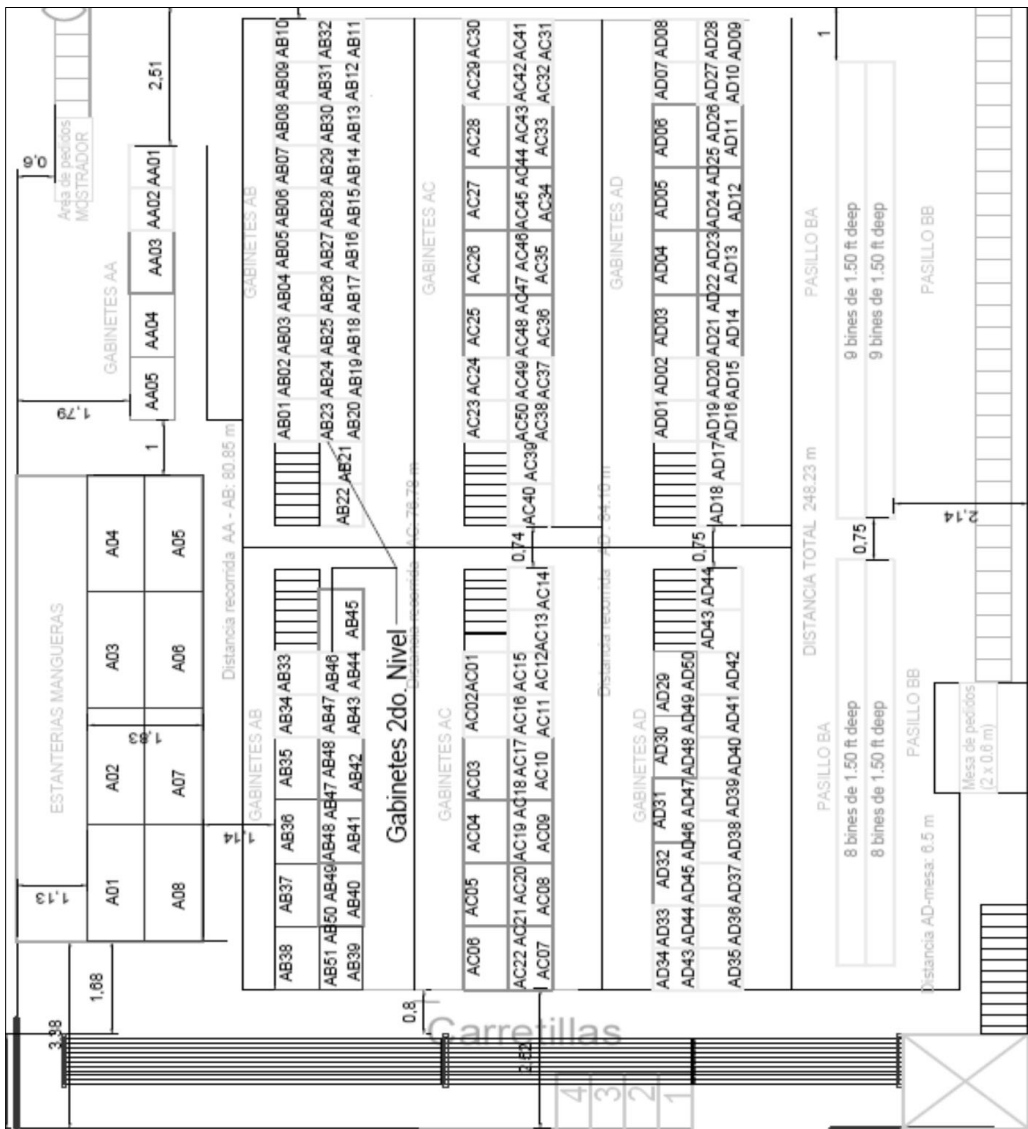
Fuente: VIDMAR STANLEY, *Catálogo de Storage*. Consulta: mayo 2015.

Con esta distribución se aprovecha de mejor manera el tamaño de la bodega y altura de la misma para distribuir los gabinetes recomendados por CATERPILLAR.

2.5.2.3. Plano de distribución de gabinetes

El siguiente plano muestra la distribución de los gabinetes formando bloques de *mini-mezzanines* de gabinetes aprovechando el espacio físico en bodega.

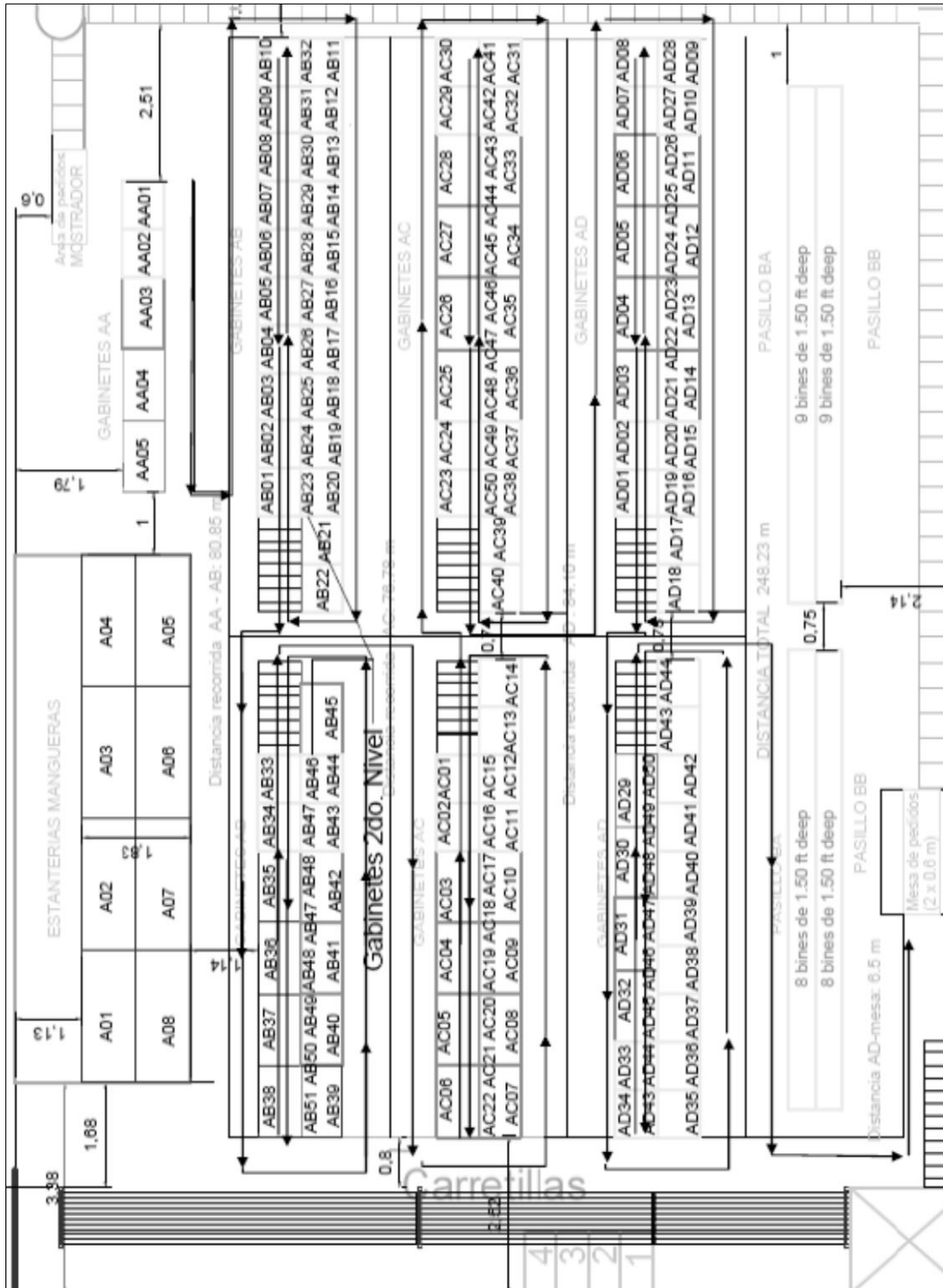
Figura 104. Plano de distribución de gabinetes



Fuente: elaboración propia.

La siguiente figura muestra el flujo o recorrido que se realiza a lo largo de los bloques, pasillos o tramos de *mini-mezzanines* de gabinetes que un bodeguero debe seguir para la extracción de repuestos, esto debido a que el sistema organiza los *ítems* en el *shipping list* en orden de locaciones terminando en la mesa de preparación de pedidos.

Figura 105. Recorrido de gabinetes para la extracción de repuestos



Fuente: elaboración propia.

2.5.2.4. Costos

En la siguiente tabla se presentan los costos de gavetas y gabinetes obtenidos para la reorganización de los mismos.

Tabla XXII. Costos de gavetas y gabinetes

| Gavetas de 30" de ancho | Sub total | Total |
|--------------------------------|------------------|---------------------|
| Perfil "D" | Q 21 454,04 | Q 122 974,23 |
| Perfil "E" | Q 35 000,28 | |
| Perfil "F" | Q 34 235,57 | |
| Perfil "G" | Q 32 284,34 | |
| Gavetas de 45" de ancho | | |
| Perfil "K" | Q 69 727,72 | Q 170 142,79 |
| Perfil "L" | Q 71 504,98 | |
| Perfil "M" | Q 28 910,09 | |
| Gabinetes de 30" ancho | | |
| Perfil "F" | Q 4 895,31 | Q 425 961,60 |
| Perfil "G" | Q 182 683,18 | |
| Perfil "H" | Q 214 649,68 | |
| Perfil "J" | Q 23 733,43 | |
| Gabinetes de 45" ancho | | |
| Perfil "K" | Q 73 410,98 | Q 385 823,80 |
| Perfil "L" | Q 90 670,58 | |
| Perfil "M" | Q 145 386,18 | |
| Perfil "HA" | Q 45 931,28 | |
| Perfil "HB" | Q 30 424,78 | |
| TOTAL | | |

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Criterios para almacenamiento en estantería o *bins*

De acuerdo a las cantidades de estanterías recomendadas por CATERPILLAR y las cantidades de repuestos de inventario que sugieren debe estar ubicado en estantería estimando un inventario de 3 004 *ítems*.

Actualmente el inventario recomendado se encuentra distribuido en bodega de la siguiente manera:

Tabla XXIII. Estadística de repuestos para ubicación en estantería o *bin*

| ESTADÍSTICA DE REPUESTOS ESTANTERÍA | | |
|-------------------------------------|--------------|---------------|
| ÁREA DE LOCACIÓN | TOTAL | % |
| MEZANINE A1-A22 | 492 | 16,38 |
| MEZANINE B1-B23 | 231 | 7,69 |
| ESTANTERÍA | 901 | 29,99 |
| OTRAS LOCACIONES | 510 | 16,98 |
| SIN EXISTENCIA EN INVENTARIO | 870 | 28,96 |
| TOTALES | 3 004 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.1. Plano de distribución de estanterías o bins

Figura 106. Plano de distribución de estanterías



Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Criterios para almacenamiento en *cantiléver*

El *cantiléver* su función principal respecto al diseño es generalmente el almacenamiento de cuchillas las mismas por su forma física son tomados en cuenta sus diferentes características:

- El peso
- Longitud
- Cantidad en *stock*, basados en máximos y mínimos

La distribución se realiza proporcional al peso que soporta el *cantiléver* por par de brazos siendo este parámetro 2 000 Lb/ par de brazos. Con el inventario recomendado por CATERPILLAR para el almacenaje en este sistema es de 45 *items* o tipos de cuchillas diferentes, las cuales actualmente se encuentran ubicadas en burros como le llaman a un tipo de estantería con pares de brazos.

Figura 107. Almacenamiento actual de cuchillas

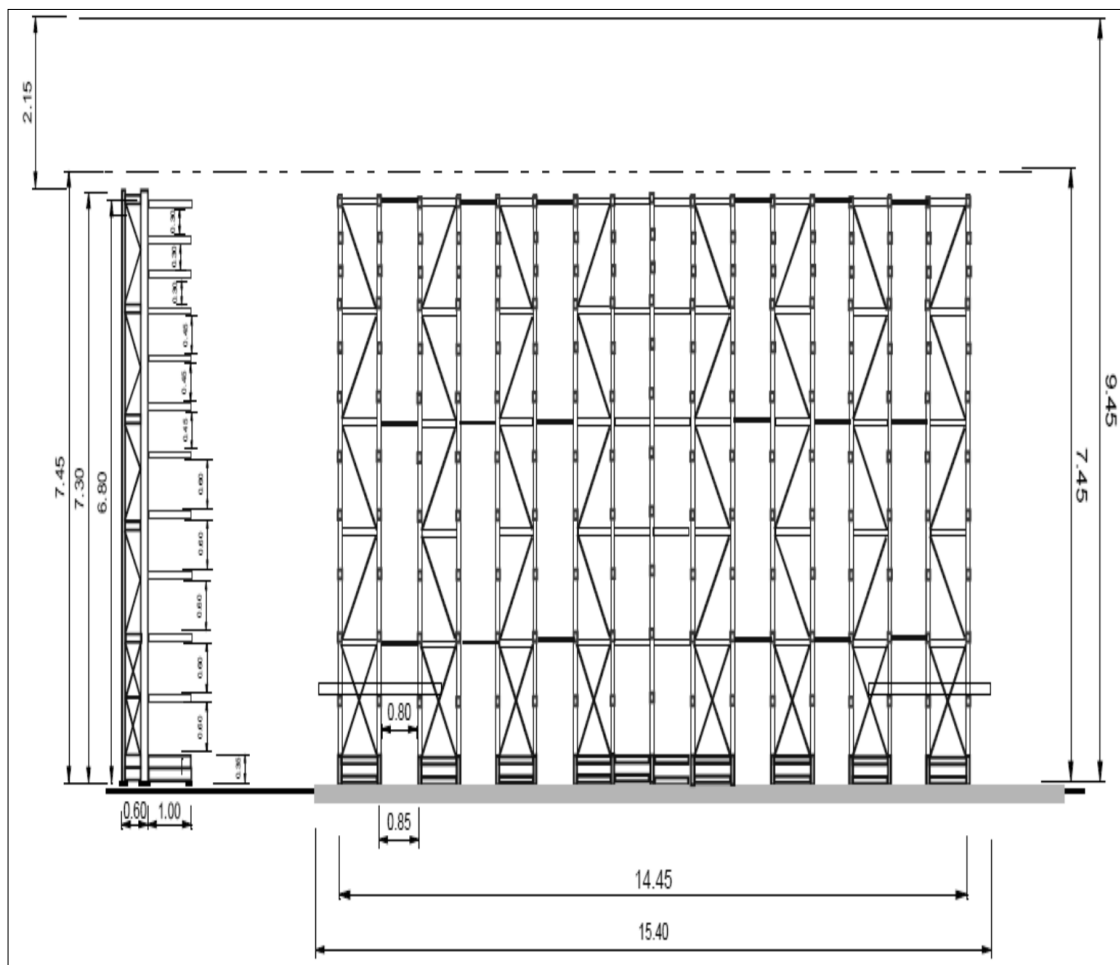


Fuente: patio, instalaciones GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

2.5.4.1. Diseño de *cantiléver* recomendado por CATERPILLAR

Con las especificaciones realizadas por CATERPILLAR conjuntamente con el proveedor se realizó el siguiente diseño:

Figura 108. **Diseño *cantiléver***



Fuente: Proequipos S.A. *Diseño del proveedor*. Consulta: julio 2015.

2.5.4.2. Distribucion y codificación de cuchillas en *cantiléver*

Para la distribución de los diferentes tipos de cuchillas se maneja GENTRAC tomando como criterios el peso, la cantidad y longitud acorde a la capacidad por par de brazos del *cantiléver* se realizó de la siguiente manera:

Figura 109. **Distribución de cuchillas en *cantiléver***

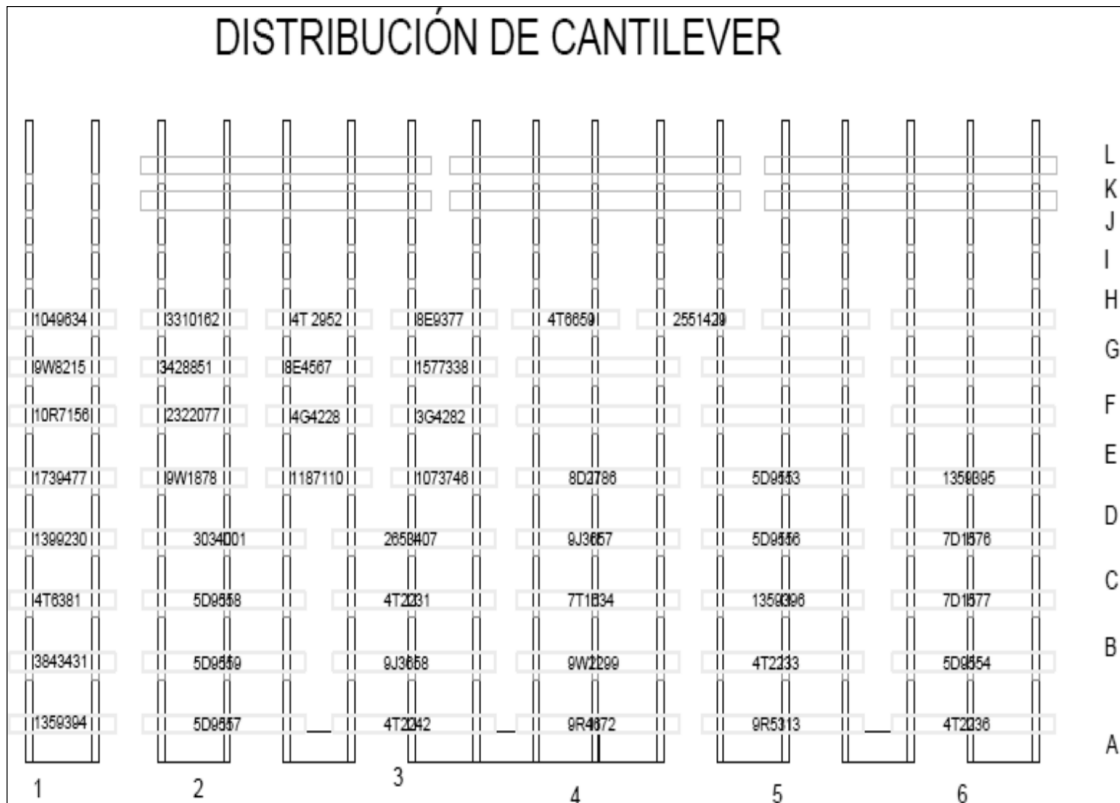
| TIPO Producto | Longitud (mm) | on hand | Nivel | Cant. Brazos |
|---------------|---------------|---------|-------|--------------|
| TIPO 1 | 2436 | 2 | 1 | 3 |
| TIPO 2 | 2410 | 3 | 1 | 3 |
| TIPO 3 | 2261 | 1 | 1 | 3 |
| TIPO 4 | 2177 | 4 | 1 | 3 |
| TIPO 5 | 2134 | 8 | 1 | 3 |
| TIPO 6 | 2134 | 8 | 2 | 3 |
| TIPO 7 | 2131 | 2 | 2 | 3 |
| TIPO 8 | 2130 | 6 | 2 | 3 |
| TIPO 9 | 2130 | 5 | 2 | 3 |
| TIPO 10 | 2129 | 25 | 2 | 3 |
| TIPO 11 | 2129 | 13 | 3 | 3 |
| TIPO 12 | 1900 | 2 | 3 | 3 |
| TIPO 13 | 1830 | 11 | 3 | 3 |
| TIPO 14 | 1829 | 5 | 3 | 3 |
| TIPO 15 | 1829 | 4 | 3 | 3 |
| TIPO 16 | 1829 | 6 | 4 | 3 |
| TIPO 17 | 1829 | 3 | 4 | 3 |
| TIPO 18 | 1829 | 15 | 4 | 3 |
| TIPO 19 | 1826 | 10 | 4 | 3 |
| TIPO 20 | 1826 | 7 | 4 | 3 |
| TIPO 21 | 1810 | 5 | 5 | 3 |
| TIPO 22 | 1803 | 1 | 5 | 3 |
| TIPO 23 | 1740 | 2 | 5 | 3 |
| TIPO 24 | 1590 | 1 | 5 | 2 |
| TIPO 25 | 1511 | 1 | 5 | 2 |
| TIPO 26 | 1354 | 1 | 5 | 2 |
| TIPO 27 | 1283 | 4 | 5 | 2 |
| TIPO 28 | 1257 | 1 | 6 | 2 |
| TIPO 29 | 1227 | 5 | 6 | 2 |
| TIPO 30 | 1196 | 4 | 6 | 2 |
| TIPO 31 | 1181 | 5 | 6 | 2 |
| TIPO 32 | 1168 | 0 | 6 | 2 |
| TIPO 33 | 1156 | 0 | 6 | 2 |
| TIPO 34 | 1155 | 3 | 6 | 2 |
| TIPO 35 | 1151 | 2 | 6 | 2 |
| TIPO 36 | 1130 | 6 | 7 | 2 |
| TIPO 37 | 1100 | 3 | 7 | 2 |
| TIPO 38 | 1100 | 2 | 7 | 2 |
| TIPO 39 | 1100 | 2 | 7 | 2 |
| TIPO 40 | 1057 | 3 | 7 | 2 |
| TIPO 41 | 1052 | 0 | 7 | 2 |

Fuente: elaboración propia.

2.5.4.3. Plano de distribución de cuchillas en *cantiléver*

La distribución acorde a la longitud de las cuchillas se realizó el siguiente diagrama mostrado en la figura siguiente.

Figura 110. **Distribución de cuchillas en *rack cantiléver***



Fuente: elaboración propia.

2.5.4.4. Codificación de locaciones en *cantiléver*

El diseño de las locaciones se realizó semejante a los *racks* selectivos, las locaciones establecidas para el *rack cantiléver* tienen la siguiente nomenclatura:

Ejemplo: CTA001

En donde:

CT: indica que está ubicado en el *rack cantiléver*

A: indica que está en el nivel A

001: indica que está ubicado en la posición 1

2.5.4.5. Costos

Tabla XXIV. **Costo de *rack cantiléver***

| <i>Rack Cantiléver</i> | Precio |
|--|---------------|
| Racks Cantiléver Estructural; Capacidad del Sistema: 16 Racks ; Niveles de Carga: 11 Niveles de Carga ; Dimensiones del Sistema: Altura: 7,30 m; Frente: 14,50 m; Profundidad: 1,00 m; Peso máx. Por nivel de carga: 2 000 lb. (Por par de largueros); Marcos: Tipo tubular de 7,30 x 1,60 m; Soldado; Carga por marco 22 000 kg; Factor 1,6; Ajustable cada 5 cm; Largueros: Tubulares (T-3) de 8 cm; Con capacidad de carga de 2 000 lb. Por par de largueros.; Placa de soporte: 6 por marco, de 3/8"; Acabado: Pintura Esmalte al Horno, Marcos/Azul y Larguero/Naranja. | Q 107,423.00 |

Fuente: elaboración propia.

2.6. Costos totales

A continuación, en la tabla XXV se presenta el costo total de la reorganización del equipo de almacenaje y la implementación de mejoras en las diferentes áreas operativas.

Tabla XXV. **Costos totales de la reorganización y equipo de almacenamiento**

| Descripción | Total |
|---|-----------------------|
| Transportadores y cajas plásticas para el Área de reposición de inventarios | Q 111 468,00 |
| Mueble y <i>rack</i> dinámico para el área de recepción de aéreos | Q 106 485,00 |
| Escritorio y estación de trabajo para el área de empaque | Q 1 230,00 |
| Modificación de tubos de mangueras | Q 26 450,00 |
| <i>Racks</i> para bodega | Q 341 651,00 |
| Gavetas y Gabinetes para bodega | Q 1 104 902,42 |
| <i>Rack cantiléver</i> | Q 107 423,00 |
| TOTAL | Q 1 799 609,42 |

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS Y LA SEGURIDAD OCUPACIONAL EN EL ÁREA DE LLENADO DE BATERÍAS

Para la aplicación de la producción más limpia en bodega de GENTRAC, se han identificado dos oportunidades para su desarrollo que se detallan de la siguiente manera:

- En la utilización de bolsas plásticas se ha verificado el desperdicio de las mismas en cada una de las áreas operativas, por lo que es esencial realizar el estudio y verificar el impacto que ocasiona.
- En el área de llenado de baterías el proceso no tiene un control respecto al riesgo que se tiene al manejo de ácido sulfúrico debido a que es el principal componente manipulado en esta área por lo que realizar una planificación para la producción más limpia en esta área es necesario.

En los siguientes apartados se analizarán estos procesos para el aprovechamiento de los recursos con la producción más limpia.

3.1. Procedimientos operativos que impactan en el desperdicio de bolsas plásticas

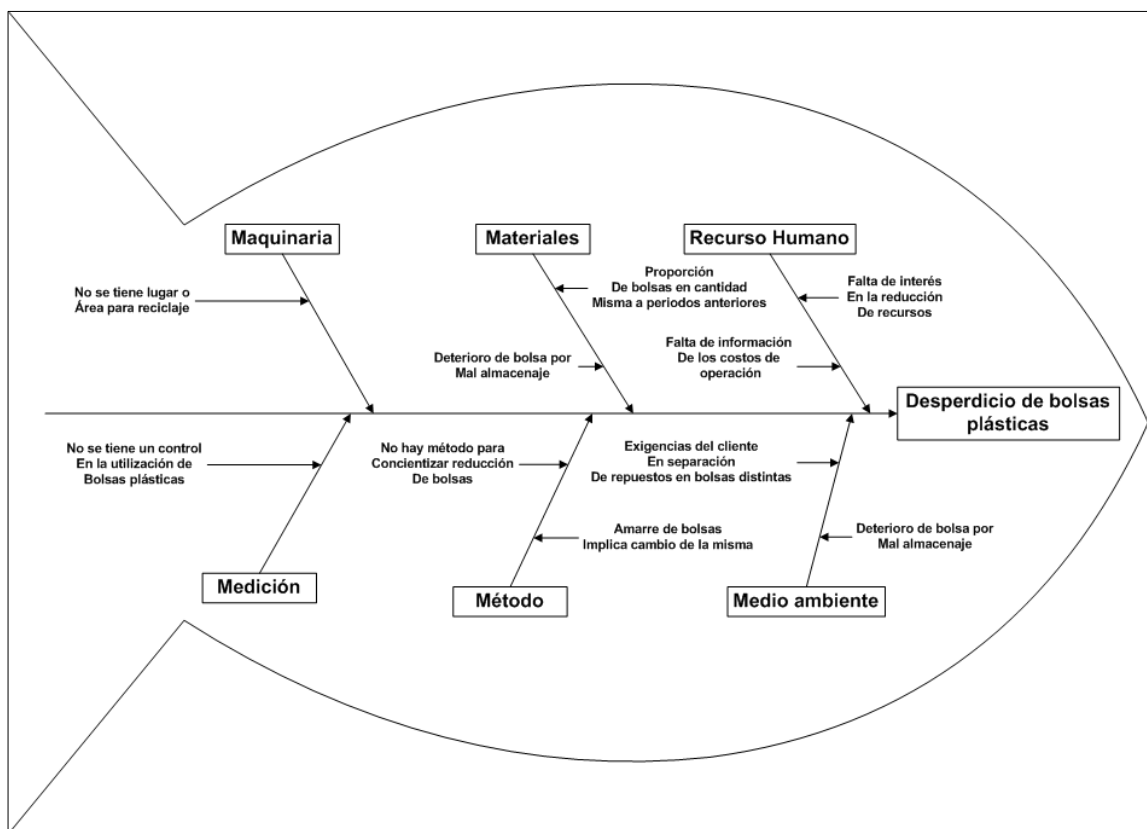
En la bodega de GENTRAC en lo que respecta al impacto que tiene el uso de bolsas plásticas en el flujo de sus operaciones son las siguientes áreas:

- Área de empaque: la mayor parte de utilización de las bolsas plásticas es por los pedidos posteriores a empaçar a los diferentes destinos, como también la renovación de bolsas de los pedidos recibidos por parte de bodega en lo que corresponde en la extracción y colocación de los repuestos en la casilla del cliente o sucursal (*will call*).
- Área de extracción y preparación de pedidos: en esta área en cada pedido que proviene de un cliente o bien de una sucursal son ingresados los repuestos extraídos en bolsa plástica para posteriormente llevarla al mostrador del cliente o bien al área de empaque a los diferentes *will call*.
- Área de despacho a taller: esta área también tiene consumo de bolsas plásticas debido al cambio de bolsa de los repuestos extraídos para entregar a clientes internos.
- Área de despacho de clientes: en esta área sucede también el cambio de las bolsas plásticas de los repuestos extraídos con anterioridad por parte de preparación de pedidos.

3.2. Análisis del desperdicio de bolsas plásticas

Para analizar el porqué del desperdicio y excesivo uso de bolsas plásticas se realizó el siguiente diagrama:

Figura 111. Diagrama de causa y efecto del análisis de desperdicio de bolsas plásticas



Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Tabla de desperdicio de bolsas por área operativa

Se realizó la obtención de datos de los desperdicios de bolsas durante un mes para determinar el impacto que se tiene por área operativa, quedando los datos tabulados de la siguiente manera:

Tabla XXVI. Tabla desperdicios de bolsas por área operativa

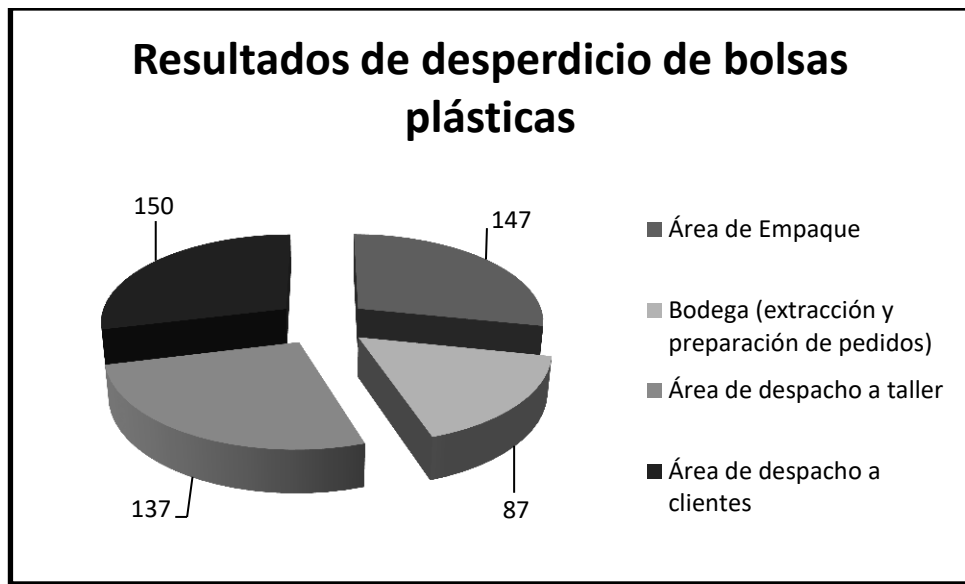
| | SEMANA 1 | | | | | SEMANA 2 | | | | | SEMANA 3 | | | | | SEMANA 4 | | | | | Total |
|---|----------|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|------------|
| | L | M | MI | J | V | L | M | MI | J | V | L | M | MI | J | V | L | M | MI | J | V | |
| Área de Empaque | 10 | 5 | 6 | 9 | 5 | 12 | 4 | 7 | 10 | 8 | 6 | 9 | 3 | 8 | 10 | 8 | 5 | 9 | 6 | 7 | 147 |
| Bodega (extracción y preparación de pedidos) | 3 | 5 | 2 | 6 | 4 | 5 | 8 | 10 | 2 | 0 | 4 | 2 | 7 | 5 | 1 | 5 | 7 | 2 | 6 | 3 | 87 |
| Área de despacho a taller | 5 | 3 | 9 | 10 | 7 | 8 | 6 | 3 | 9 | 6 | 5 | 7 | 9 | 3 | 9 | 10 | 5 | 8 | 6 | 9 | 137 |
| Área de despacho a clientes | 8 | 7 | 9 | 5 | 6 | 10 | 7 | 9 | 8 | 5 | 11 | 8 | 6 | 9 | 6 | 8 | 5 | 7 | 10 | 6 | 150 |
| Total/ Día | 26 | 20 | 26 | 30 | 22 | 35 | 25 | 29 | 29 | 19 | 26 | 26 | 25 | 25 | 26 | 31 | 22 | 26 | 28 | 25 | 521 |

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Gráfico de desperdicio de bolsas por área operativa

Con los resultados obtenidos del mes de estudio en la cuantificación del desperdicio de bolsas plásticas por área operativa se muestra de la siguiente manera:

Figura 112. Gráfico de desperdicio de bolsas plásticas



Fuente: elaboración propia.

3.3. Plan de acción para la reducción de bolsas plásticas en áreas operativas

3.3.1. Reciclaje y/o reutilización de bolsas plásticas

Con los resultados del análisis del desperdicio de bolsas plásticas en las áreas operativas se tiene un desperdicio de 521 bolsas por mes, lo que para la actividad de la empresa no es tan significativo.

Pero si puede mejorarse el método para el reciclaje de las bolsas plásticas que resultan como desperdicio del trasiego de los repuestos a otra bolsa nueva para ello se propone el desarrollo de la siguiente metodología:

3.3.1.1. Reutilización de las bolsas plásticas

La metodología para la reducción de desperdicios de bolsas plásticas y el aumento de la reutilización de las mismas en las áreas operativas, puede aplicarse los siguientes criterios:

- Salvar las bolsas plásticas en buen estado para su reutilización.
- Entrega de repuestos al cliente en la misma bolsa que fue empacada.
- Reutilizar las bolsas plásticas recibidas en el área de empaque con los repuestos ingresados en los diferentes will call de sucursales, al momento de empaque de los repuestos o trasiego de los mismo en las cajas con tarima antes de ser enviados.
- No romper las bolsas con amarre para poder ser reutilizadas o bien para revisión y entrega de repuestos al cliente externo o interno.

3.4.1. Forma actual de almacenaje del ácido para batería

La forma en la cual se trabaja el llenado de baterías, los cuales tienen para ello ácido electrolito con mezcla a una concentración de sulfuro, lo cual es dañino para la salud del operario en un contacto muy periódico. La forma en la cual trabajan y el almacenamiento del ácido de batería, se muestra a continuación:

Figura 114. **Almacenamiento actual de ácido para batería**



Fuente: patio instalaciones GENTRAC, S.A. Consulta: abril 2015.

Figura 115. **Sistema actual de llenado de baterías**



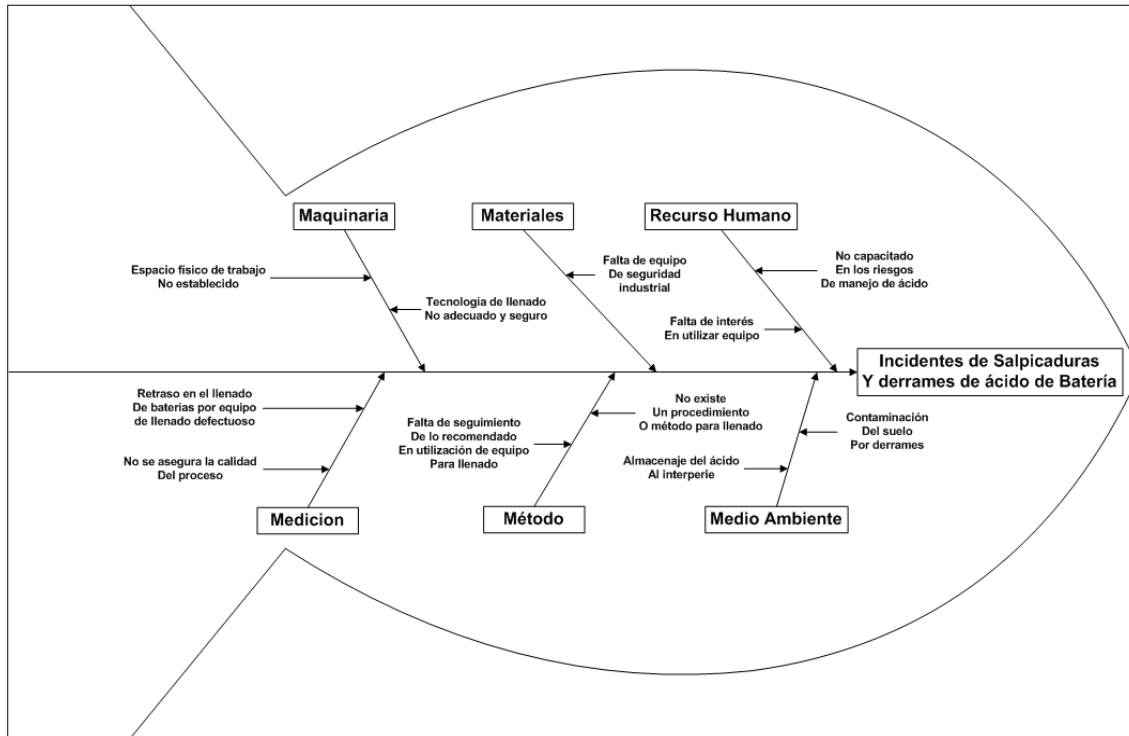
Fuente: patio instalaciones GENTRAC, S.A. Consulta: abril 2015.

Con esto se tienen los botes de almacenamiento a la intemperie, con el sol se condensa el ácido debido a que es electrolito y llega a no tener la misma consistencia de fábrica, lo mismo sucede con el tinaco ya que es donde finalmente se llenan las baterías, debido a la forma en la cual está realizado se tienen fugas en las roscas de la tubería, por lo que en ocasiones se tienen derrames del mismo, provocando salpicaduras al operario.

3.4.2. Análisis de incidentes en el llenado de baterías.

Con la observación del proceso actual de llenado de baterías, con el flujo detallado en el apartado anterior, suelen suceder los siguientes incidentes tanto por la mala práctica como por falta del equipo de protección adecuado:

Figura 116. Diagrama de causa y efecto en el área de llenado de baterías



Fuente: elaboración propia.

Figura 117. Picaduras en pantalón por mala práctica o falta de equipo de protección adecuado



Fuente: elaboración propia.

Figura 118. **Riesgo de derrames y contaminación de piel por método actual**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Patio GENTRAC, S.A. Consulta: abril 2015.

3.4.3. **Propuesta de bomba de llenado de baterías**

Debido al equipo actual de trasiego de ácido sulfúrico para baterías se han tenido incidentes como derrames y salpicaduras. No se cuenta con el equipo de protección personal para el llenado no adecuado para el líquido utilizado ya que este tiene mayor concentración de ácido sulfúrico, debido a estos requerimientos se recomienda utilizar un equipo de trasiego resistente al mismo proponiendo el siguiente:

Figura 119. **Bomba de barril PTFE**



Fuente: *Catálogo Burkle*. Consulta: junio 2015.

Esta bomba proporciona una resistencia química del PTFE y FEP esenciales para el manejo de ácidos totalmente corrosivos como en este caso es el ácido sulfúrico, también tiene la capacidad de trasegar líquidos que atacan los materiales comunes como el PP o el PVC. La llave de paso evita la salida de vapores peligrosos para la salud y el goteo del líquido después del trasego, la cual posee 1,2 m de tubo flexible fabricado de PTFE y llave de paso fabricada en PVDF.

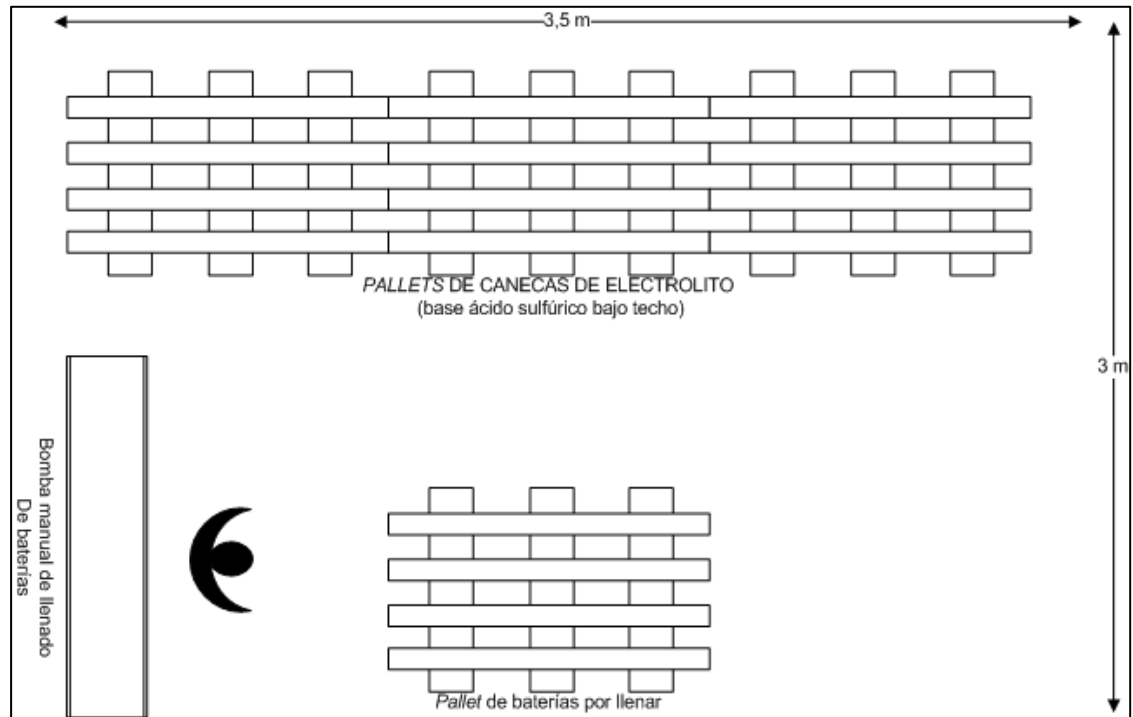
3.4.4. Diseño del área de llenado de baterías

Para este diseño se toman en cuenta las causas y efectos causados por el mal manejo del equipo o bien por no tener un área asignada específica para realizar de forma segura esta actividad, debido a ello se desarrolla el siguiente diseño.

Se asigna un espacio de 3,5 m ancho y 3 m de largo, teniendo capacidad para tres tarimas de 1,20 x 1,20 m para almacenar las canecas, con ello tener un adecuado desarrollo de la actividad y de esta manera disminuir los riesgos de contaminación y accidentes de derrames.

En la siguiente figura se muestra el diseño propuesto para esta área.

Figura 120. **Diseño del área de llenado de baterías**



Fuente: elaboración propia.

Con la propuesta de esta área de trabajo se establece el siguiente diagrama de flujo de operaciones para la reorganización del área.

3.4.4.1. Equipo de protección para el llenado de baterías

El equipo de protección adecuado para el manejo de este tipo de ácido al trasegarlo en la operación de llenado de las baterías, ya que este ácido al ser trasegado suelta un vapor que es dañino para la salud del operando, como también tiende a salpicar por el vacío en el interior de la batería, de esta manera es recomendable el uso del siguiente equipo de seguridad:

- Guantes de neopreno: proporcionan alta resistencia al contacto con ácidos y componentes químicos.

Figura 123. **Guantes de neopreno**



Fuente: Google. <http://www.herrerobosch.com/>. Consulta: febrero de 2016.

- Mascarilla de cara completa: esta proporciona protección respiratoria al operario ya que al momento de llenado de boterillas este ácido despiden un vapor lo cual esta mascarilla protege en gran manera la respiración y ojos del personal en el trabajo de llenado.

Figura 124. **Mascarilla de protección a vapores de ácido**



Fuente: Google. <http://global.lakeland.com/>. Consulta: febrero de 2016.

- Traje para protección corporal: este mismo protege a la persona de las salpicaduras o bien derrames ocasionados accidentalmente de esta forma evitar contaminación de la piel con el ácido sulfúrico.

Figura 125. **Traje de protección corporal**



Fuente: Google. <http://global.lakeland.com/>. Consulta: febrero de 2016.

- Botas industriales: estas protegen al personal de cualquier derrame que no tenga el operario contacto directo con el ácido.

Figura 126. **Botas industriales**



Fuente: Google. <https://www.impermexa.com/>. Consulta: febrero de 2016.

3.4.5. Costo de la propuesta

Tabla XXVII. **Costo de la propuesta área llenado baterías**

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|------------------------------|----------|----------------|------------------|
| Bomba de barril PTFE | 1 | Q4 881,20 | Q4 881,20 |
| Par de guantes de neopreno | 1 | Q150,00 | Q150,00 |
| Mascarilla protectora | 1 | Q350,00 | Q350,00 |
| Traje de protección corporal | 1 | Q500,00 | Q500,00 |
| Par de botas industriales | 1 | Q400,00 | Q400,00 |
| | | TOTAL | Q6 281,20 |

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Conforme a las mejoras realizadas en GENTRAC con la reorganización de las áreas operativas y la distribución del equipo de almacenaje en bodega, es necesaria la aplicación de este plan de capacitación.

Las siguientes causas encontradas se realizaron por medio de la observación de los procesos y actividades, fortaleciendo lo mismo con entrevistas al personal de bodega sobre el nuevo equipo de almacenaje, nueva forma de trabajo en cada área operativa, manejo de cargas y reducción de pasillos lo que ha provocado los siguientes incidentes:

- Excedente del peso recomendado en racks por posición o tarima.
- Derrames de ácido de baterías por mala práctica y utilización de equipo de protección adecuado.
- Golpes a racks con montacargas por falta de conocimiento en la reducción de pasillos.
- Excedente del peso en rack cantiléver recomendado por par de brazos provocando torceduras del mismo.
- Mala utilización del espacio a piso de acuerdo a forma de trabajo no correcta.
- Almacenaje de productos no adecuado conforme a especificaciones CATERPILLAR.

Este plan pretende mejorar el desempeño del personal en su área de trabajo de acuerdo a las mejoras realizadas, como también reforzar temas que de acuerdo a la observación y sugerencia por parte del personal deben ser retomadas para el mejoramiento de la productividad del mismo.

4.2. Plan de capacitación

Este plan de capacitación de acuerdo al diagnóstico realizado con anterioridad, está basado generalmente en la inducción del personal respecto a la nueva forma de trabajo acorde a las mejoras realizadas en bodega con la reorganización en las distintas áreas operativas y el equipo de almacenaje, fomentando la correcta utilización del espacio físico en piso y en los *racks* selectivos y en *cantiléver* respecto al almacenaje de cuchillas.

Los temas fueron tomados en consideración respecto a las entrevistas realizadas al personal de bodega, los cuales se detallan en la tabla siguiente, misma que identifica al personal que aplica cada tema.

Tabla XXVIII. Temas de capacitación

| Tema | Supervisores | Bodeguero | Área Stock | Área Aéreos | Empaque | Reman |
|---|--------------|-----------|------------|-------------|---------|-------|
| Equipo de almacenaje (<i>racks</i> selectivos y <i>cantiléver</i>) | X | X | X | X | X | X |
| Llenado de baterías | X | X | | | | |
| Capacidades de carga y flujo de trabajo en transportadores | X | | X | | | |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área Reman | | | | | | X |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área aéreos | | | | X | | |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área empaque | | | | | X | |
| Flujo de recorrido de gabinetes y locaciones en <i>racks</i> | X | X | X | | | |
| Reubicación de <i>will call</i> (clientes, sucursales) | X | X | | X | X | |
| Características de baterías almacenadas | X | X | X | X | X | X |
| Especificaciones de almacenaje de repuestos CATERPILLAR | X | X | X | X | X | X |
| Manejo de cargas en bodega | X | X | X | X | X | X |

Fuente: elaboración propia.

- **Metodología**

La metodología para realizar las diferentes capacitaciones, adiestramientos e inducciones se detalla de la siguiente manera por actividad.

Tabla XXIX. **Metodología de las actividades de capacitación**

| Actividades a desarrollar | Metodología de acuerdo al Cronograma |
|---|---|
| Equipo de almacenaje (<i>racks</i> selectivos y <i>cantiléver</i>) | El personal se dividirá en grupos |
| Flujo de recorrido de gabinetes y locaciones en <i>racks</i> | El personal se dividirá en grupos |
| Reubicación de <i>will call</i> (clientes, sucursales) | El personal se dividirá en grupos |
| Especificaciones de almacenaje de repuestos CATERPILLAR | El personal se dividirá en grupos |
| Características de baterías almacenadas | El personal se dividirá en grupos |
| Llenado de baterías | El personal se dividirá en grupos |
| Capacidades de carga y flujo de trabajo en transportadores | Personal de cada área con el tiempo estipulado en el cronograma |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área Reman | Personal de cada área con el tiempo estipulado en el cronograma |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área aéreas | Personal de cada área con el tiempo estipulado en el cronograma |
| Forma de trabajo y especificaciones del espacio de trabajo área empaque | Personal de cada área con el tiempo estipulado en el cronograma |
| Manejo de cargas en bodega | El personal se dividirá en grupos |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Plan individual de capacitación

Como plan individual de capacitación se llevó a cabo la inducción respecto al nuevo equipo de almacenamiento y la nueva codificación del equipo de almacenaje en bodega.

Las siguientes figuras muestran el desarrollo de la capacitación visual:

Figura 128. Capacitación plan individual



Fuente: elaboración propia, Sala reuniones GENTRAC, S.A.

Para la evaluación de la capacitación se realizó un recorrido por la bodega verificando cada equipo de almacenaje y consultando al personal la codificación de los mismos.

Figura 129. Evaluación de capacitación plan individual



Fuente: elaboración propia, Bodega GENTRAC, S.A.

4.3. Evaluación del plan de capacitación

La evaluación del plan de capacitación debe realizarse con la retroalimentación del contenido de la misma en el momento dado o bien un seguimiento a un tiempo determinado.

Para ello se realizará con las siguientes herramientas:

- Cuestionarios de los conceptos básicos tratados en la capacitación.
- Seguimiento y observaciones en las prácticas en los procesos específicos en cada área de trabajo.
- Entrevistas progresivas a cada personal capacitado para identificar los avances de la capacitación en su entorno de trabajo.

Con estas mediciones reforzar contantemente las capacitaciones con una retroalimentación continua, para esperar los resultados siguientes:

- Reducción de los incidentes con respecto a los golpes y daños a la estructura de los *racks* selectivos y *cantiléver*.
- Mejora en la práctica de almacenaje y ordenamiento de repuestos en el *rack cantiléver* y *racks* selectivos.
- Almacenaje de repuestos de forma adecuada con forme especificaciones de CATERPILLAR.
- Mejora en la utilización del espacio físico de bodega con el nuevo sistema de almacenaje.
- Reducción de incidentes de derrames de ácido de baterías y mejora de la práctica.

- Flujo de trabajo constante en lo que respecta al manejo del transportador y trabajo de repuestos para *stock*.
- Mejoramiento del manejo del espacio físico disponible del área de recepción de aéreos y área de empaque.
- Prevención de lesiones del personal de bodega por mal manejo de cargas.
- Conocimientos generales respecto a las baterías manejadas en bodega y forma de almacenaje.
- Personal informado y capacitado para mejorar los métodos de trabajo.

4.4. Costo de la propuesta

Para el desarrollo de la capacitación y las inducciones de las formas de trabajo conforme a las mejoras realizadas los costos se detallan de la siguiente manera:

Tabla XXX. Costo de capacitación anual

| | COSTOS POR CAPACITACIÓN | | | | | Sub total |
|-------------------|-------------------------|-------------|---------|----------------|------------|---------------------|
| | Cant. Cap | Facilitador | Útiles | Material Apoyo | Refrigerio | |
| ENERO | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| FEBRERO | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| MARZO | 6 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 8 460,00 |
| ABRIL | 8 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 11 280,00 |
| MAYO | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| JUNIO | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| JULIO | 9 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 12 690,00 |
| AGOSTO | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| SEPTIEMBRE | 5 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 7 050,00 |
| OCTUBRE | 10 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 14 100,00 |
| NOVIEMBRE | 5 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 7 050,00 |
| DICIEMBRE | 7 | Q 1 200,00 | Q 60,00 | Q 100,00 | Q 50,00 | Q 9 870,00 |
| TOTAL | | | | | | Q 119 850,00 |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la reorganización de las principales áreas operativas con la ayuda del diagrama de relaciones y cercanías, en donde se consideró como punto base el área de andén de carga/descarga, siendo la principal área de entrada y salida de mercadería; como resultado se obtuvo que las áreas cercanas al punto base deben ser el área de reposición de inventarios y el área de recepción de aéreos; como áreas secundarias se designaron área de empaque y área de REMAN, las cuales tienen un flujo regular de salidas y entradas de productos.
2. Con la reorganización de las áreas operativas se reasignó el espacio físico adecuado para cada área operativa; para el área de recepción de aéreos se estableció un área de 28 metros cuadrados; para el lugar de trabajo y almacenaje de mercadería en piso y un *rack* dinámico para el manejo continuo de su mercadería; para el área de reposición de inventarios se implementó transportadores a gravedad para un manejo continuo de la mercadería, estableciendo un transportador para el manejo de mercadería entrante, lo que son las cajas con tarima y un transportador para la mercadería revisada y lista para el ingreso a *stock*. Con ello se asigna un total de 109,22 metros cuadrados; para el área de empaque se establece un espacio de 30,96 metros cuadrados; para el desarrollo de las actividades operativas y para el área REMAN se establece un espacio de 61,8 metros cuadrados para el almacenaje de piezas trabajadas y listas para exportación, como para el almacenaje de repuestos por trabajar.

3. Con las mediciones reales de la bodega, se distribuyeron de forma estratégica las cantidades necesarias del equipo de almacenamiento recomendado por CATERPILLAR, siendo estos: gabinetes, estanterías, *racks* y *rack cantiléver*, a tal grado que se aprovechó el espacio de bodega en altura, largo y ancho de la misma, aumentando la capacidad de almacenaje; esto contribuye al mejoramiento en el control de inventarios, manteniendo los repuestos en la ubicación correcta y la cantidad correcta.
4. Se realizó el diseño de la modificación de los tubos de almacenaje de manguera hidráulica estratégicamente, en donde se habilitó el paso para el abastecimiento de *stock* a gabinetes, de esta manera se disminuyeron los recorridos entre estas áreas y aprovechamiento de la altura en el almacenaje de las mangueras, disminuyendo el esfuerzo para almacenaje de mangueras en los tubos.
5. Se diseñó la codificación de *racks* y *cantiléver* de forma estratégica y entendible para el personal de bodega, facilitando la búsqueda y localización de repuestos en el control de inventarios, especialmente en repuestos pesados, herramienta de corte en *racks* y cuchillas en *cantiléver*.

6. Con el estudio realizado respecto al desperdicio de bolsas plásticas, con el resultado obtenido, la cantidad de bolsas desperdiciadas mensualmente no son significativas y que impacten de gran forma en la economía de la empresa, sin embargo, sí es necesario en el aprovechamiento de los recursos con el reciclado de las bolsas plásticas; en el área de llenado de baterías se realizó el diseño del espacio adecuado para almacenaje de canecas de electrolito a base de ácido sulfúrico ya que este se degrada en su calidad si se encuentra a la intemperie bajo sol, como también la implementación de un equipo adecuado para el trasiego y llenado de las baterías, utilizando el equipo de protección adecuado, disminuyendo los incidentes al personal y contaminación del suelo.

7. Con la reorganización de las distintas áreas operativas, la implementación de nuevo equipo de trabajo y nueva tecnología en el caso de reposición de inventarios, se desarrolló un plan de capacitación fortaleciendo el flujo de las operaciones, al proporcionarles los conocimientos y habilidades necesarias que en cada área se requiere, como también se refuerzan los temas en el manejo de cargas para evitar lesiones y accidentes en bodega.

RECOMENDACIONES

1. Mantener el espacio designado para las diferentes áreas operativas, para que de esta manera, se pueda conservar un orden y la no obstrucción de los pasillos, mejorando el flujo de sus operaciones.
2. En las mejoras realizadas en el área de reposición de inventarios, se recomienda utilizar los transportadores de la manera correcta para aumentar el flujo continuo de repuestos para abastecer el *stock* en los medios de almacenamiento, evitando pérdidas de repuestos; con esto se contribuye al control de inventarios, en mantener las cantidades correctas. Así mismo se recomienda la evaluación continua del costo-beneficio en el proceso.
3. Respetar los espacios físicos asignados en los equipos de almacenamiento, *racks*, gabinetes, estanterías para el almacenaje de repuestos, evitando cruces entre repuestos, mejorando la trazabilidad y el control del inventario, ayudando a mantener los repuestos en la ubicación correcta; así mismo, respetar el espacio asignado para los pasillos de tránsito de montacargas para evitar incidentes y daño a los productos.

4. Incentivar constantemente al personal de las áreas operativas para la reutilización de las bolsas plásticas, explicando la razón por la cual la práctica aumenta el aprovechamiento de los recursos y proporcionar siempre el equipo necesario de seguridad industrial al personal encargado de llenado de baterías para la disminución de los incidentes y contaminación del suelo.
5. Realizar una retroalimentación periódica de las capacitaciones y temas conforme a las mejoras realizadas dentro de bodega, y de esta manera mejorar continuamente la productividad en cada área.
6. Para establecer el correcto control de inventarios y mantener los repuestos en la ubicación correcta, cantidad correcta y la productividad en cada una de las operaciones en las diferentes áreas operativas, se recomienda la evaluación constante del costo-beneficio, de acuerdo a la reorganización y distribución del equipo de almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caterpillar, Inc. *Warehousing Guide Book Body*, septiembre 2008. [Consulta: abril 2015].
2. CEVALLOS QUIROZ. *Mejoramiento de los Procesos*, 2006. [en línea]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6109/7/Carp%205%20Mejoramiento%20de%20los%20procesos.doc> >. [Consulta: junio de 2015].
3. GARAVITO, Edwin Alberto. *Sistemas de Almacenamiento*. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Ing. Industrial, Diseño de Plantas.
4. Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Política Nacional de producción más limpia*, septiembre 2010.
5. MOLINA CABRERA, Leonel Alberto. *Reorganización de una empresa dedicada a la importación y distribución de motores y repuestos automotrices*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2008. 193 p.
6. MURGA CASTILLO, Ronald Stuardo. *Aspectos técnicos a considerar para el diseño, manufactura y montaje de racks para un almacén de depósito*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2011. 168 p.

7. QUEVEDO LÓPEZ, Jairo Uziel. *Diseño de un plan de seguridad e higiene industrial en los laboratorios del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 418 p.
8. RUIZ, Marco Tulio. *Análisis y diseño de un centro de distribución*. [en línea]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1666_IN.pdf >. [Consulta: abril 2015].
9. VALDEZ REYES, Herlinda. *Logística y cadenas de suministro*. Instituto Tecnológico de Tijuana. [en línea]. <http://es.slideshare.net/herovalrey/operacion-de-bodegas>>. [Consulta: agosto de 2015]

APÉNDICE

Apéndice 1. **Seguridad en manejo de electrolito a base de ácido sulfúrico**

La seguridad del personal en el manejo de este tipo de químico garantiza los riesgos de contaminación del mismo y evitar la contaminación del suelo y medio ambiente.

Generalidades del líquido:

El electrolito a base de ácido sulfúrico es un líquido aceitoso transparente e incoloro, el ácido sulfúrico puro tiende a tener las mismas características este en estado puro tiene un color marrón es un ácido altamente corrosivo, al calentarse por encima de los 30° C desprende vapores y por encima de los 200° C emite trióxido de azufre, este al calentarse su reactividad aumenta.

Por las características el electrolito a base de ácido sulfúrico al tener contacto con la piel o los ojos, puede causar irritación tanto en la piel como provocar problemas de la vista ya que este emite un vapor que también puede causar quemadura leve en la piel, la inhalación de este vapor en periodos prologados puede causar serios daños en los pulmones.

Almacenamiento:

Para garantizar la calidad del electrolito a base de ácido sulfúrico, es conveniente mantener almacenado el mismo bajo techo evitando el contacto directo con el sol, ya que este provoca la degradación del mismo en forma de condensación de esta manera pierde la calidad de fábrica.

Continuación del apéndice 1.

Equipo para el manejo y trasiego:

Para tener un correcto manejo y trasiego de este líquido es necesario que el personal a cargo tenga siempre presente los siguientes implementos de protección personal:

- Careta para protección facial
- Mascarilla con filtro respirador para ácidos.
- Botas de goma con punta de acero o de cuero.
- Traje completo de protección corporal resistente al ácido.
- Guantes de neopreno resistentes al químico.
- Sistema de trasiego o bomba resistente al ácido evitando derrames.

Ambiente:

La ubicación de un área de trabajo para el manejo de este tipo de ácido debe estar con ventilación adecuada o bien al aire libre por la emisión del vapor al momento de trasegar esto evita reducir el contacto directo del vapor con el personal a cargo, almacenado bajo techo.

Continuación del apéndice 1.

Señalización:

La señalización del área debe realizarse con los siguientes aspectos:

El área debe estar señalizada primordialmente con las especificaciones del químico que se maneja.

- Debe de señalizarse con la identificación y especificaciones del químico.
- Señalizar el equipo de protección adecuado para trabajar en dicha área.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. **Perfiles de Gabinetes de 45 pulgadas de ancho o frente, recomendados por CATERPILLAR**

| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTIT | 45" Extra Wide Cabinets |
|--------------------|---------|----------|-------------------------|
| X40-1305 | K | 8 | |
| X20-1308 | | | |
| X20-1306 | | | |
| X20-1305 | | | |
| X20-1306 | | | |
| X20-1332 | | | |
| X30-1305 | | | |
| X30-1306 | | | |
| X40-1304 | | | |
| X50-1306 | | | |
| X50-1332 | | | |
| CABINETS 121-128 | | | |
| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTITY | |
| X40-1306 | L | 9 | |
| X20-1308 | | | |
| X20-1306 | | | |
| X20-1305 | | | |
| X20-1306 | | | |
| X20-1332 | | | |
| X30-1308 | | | |
| X30-1310 | | | |
| X40-1305 | | | |
| X50-1310 | | | |
| X50-1332 | | | |
| CABINETS 129 - 137 | | | |
| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTITY | |
| X40-1308 | M | 11 | |
| X40-1306 | | | |
| X20-1308 | | | |
| X20-1306 | | | |
| X20-1310 | | | |
| X20-1332 | | | |
| X20-5108 | | | |
| X40-1308 | | | |
| X40-1310 | | | |
| X40-1332 | | | |
| X40-1332 | | | |
| CABINETS 138 - 148 | | | |

| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTITY |
|--------------------|---------|----------|
| X40-1308 | N | 7 |
| X40-1306 | | |
| X20-1308 | | |
| X20-1306 | | |
| X20-1310 | | |
| X20-1332 | | |
| X20-5108 | | |
| X40-1310 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-5108 | | |
| CABINETS 149 - 155 | | |

Fuente: GENTRAC. *Análisis de Gabinetes CATERPILLAR*. Consulta: junio 2015.

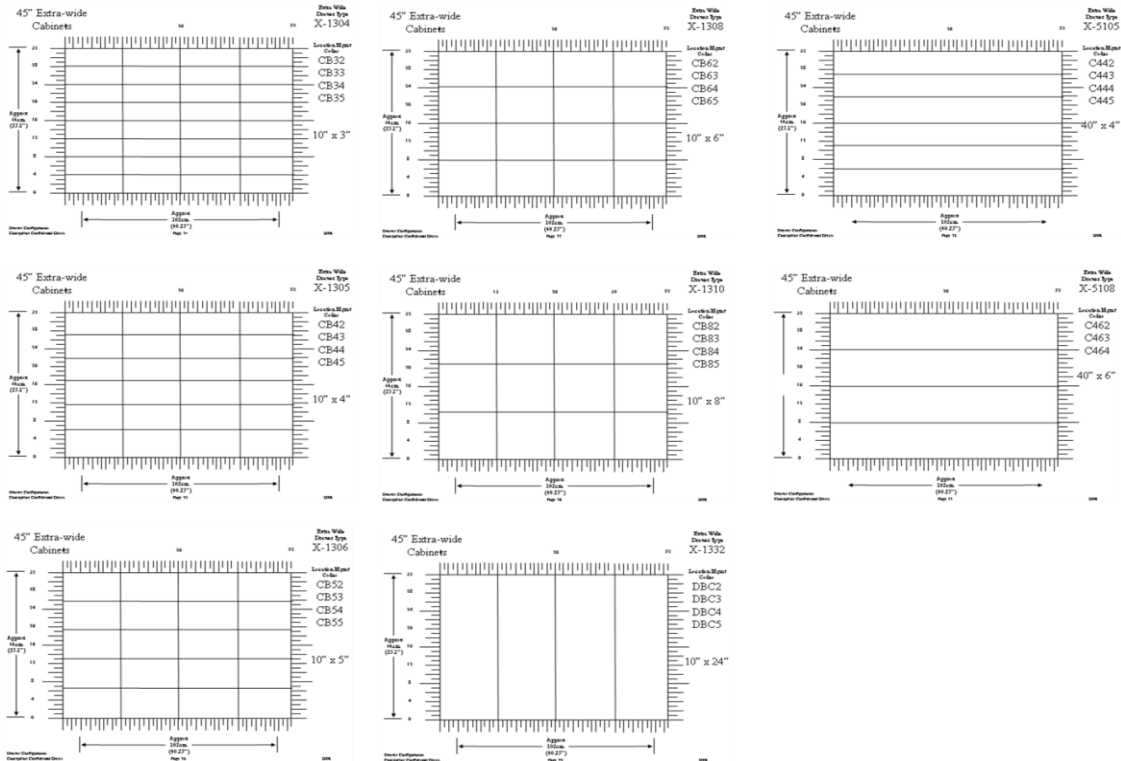
Anexo 4. **Perfiles de Gabinetes Hidráulicos de 45 pulgadas de ancho o frente, recomendados por CATERPILLAR**

| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTITY |
|-----------------|---------|----------|
| X40-1308 | HA | 3 |
| X40-1305 | | |
| X40-1304 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-1332 | | |
| X50-1308 | | |
| X50-1332 | | |
| CABINETS 1 - 35 | | |

| PROFILE CODE | PROFILE | QUANTITY |
|---------------|---------|----------|
| X40-1310 | HB | 2 |
| X40-1306 | | |
| X40-1304 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-1332 | | |
| X40-1332 | | |
| X50-1310 | | |
| X50-1332 | | |
| CABINET 4 - 5 | | |

Fuente: GENTRAC. *Análisis de Gabinetes CATERPILLAR*. Consulta: junio 2015.

Anexo 5. Configuración de gavetas Gabinetes 45 pulgadas de ancho o frente, recomendados por Caterpillar



Fuente: GENTRAC. *Análisis de Gabinetes CATERPILLAR*. Consulta: junio 2015.

Anexo 6. Distribución de gabinetes y estanterías antes de la mejora



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: abril 2015.

Anexo 7. Implementación de mini-mezzanine de gabinetes



Fuente: interior bodega GENTRAC S.A. Consulta: agosto 2015.

Anexo 8. Distribución de gabinetes y estanterías luego de la mejora



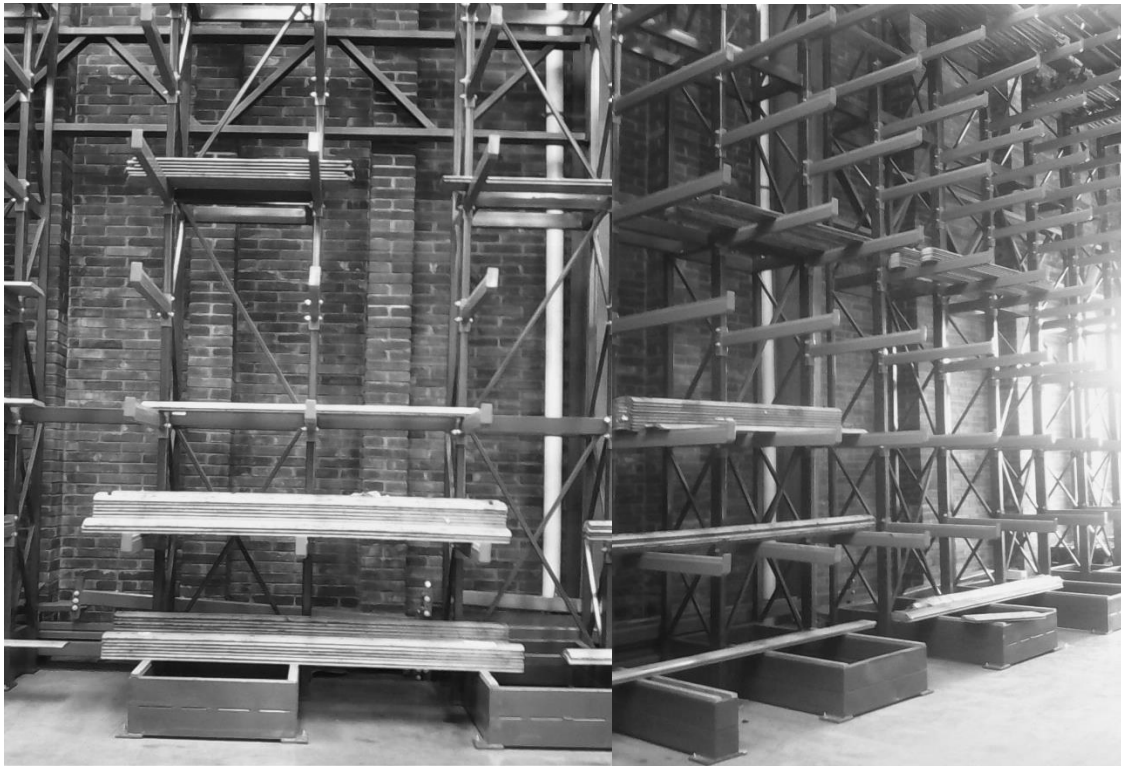
Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: septiembre 2015.

Anexo 9. Módulos de almacenamiento en racks



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

Anexo 10. Distribución de cuchillas en cantiléver



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

Anexo 11. Distribución de llantas en racks



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

Anexo 12. Reorganización de área de empaque



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

Anexo 13. Reorganización de área de recepción de aéreos



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.

Anexo 14. Reorganización de área REMAN



Fuente: interior de bodega de GENTRAC S.A. Consulta: octubre 2015.