



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DEL SISTEMA
DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE MATERIAS PRIMAS DE
LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Washington Alfonso Calderón Castillo

TUTOR: Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

Ambato - Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: **DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE MATERIAS PRIMAS DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Washington Alfonso Calderón Castillo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

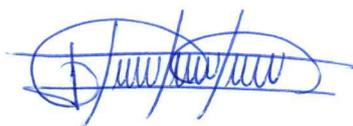
Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado: DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE MATERIAS PRIMAS DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Washington Alfonso Calderón Castillo

C.C. 180488662-8

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Washington Alfonso Calderón Castillo, estudiante de la Carrera de e Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE MATERIAS PRIMAS DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. John Paúl Reyes Vásquez, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Dra. Anita Lucia Larrea Bustos
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Washington Alfonso Calderón Castillo', written over a horizontal dashed line.

Washington Alfonso Calderón Castillo

C.C. 180488662-8

AUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Francisco y España por darme la vida, guiarme con su ejemplo de constancia, esfuerzo y perseverancia, siendo piedra angular de mi hogar, por siempre motivarme con sus sabias palabras de aliento, dulzura, amor y sus enriquecedores consejos de vida, gracias por siempre cobijarme en sus brazos.

A mis hermanos por ser un apoyo constante, por todo su cariño, aprecio, amor, por sus consejos, enseñanzas, cuidados y su constante aliento y motivación.

Gracias a todos ustedes por siempre estar.

Washington Alfonso Calderón Castillo

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, por concederme la sabiduría y el entendimiento para afrontar todas las adversidades presentadas a lo largo de mi vida.

A mi querida Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas y cobijarme durante mi trayecto universitario.

A mis amados padres por forjarme con buenos valores, siendo fuente de mi inspiración y motivación para cumplir mis sueños y nunca rendirme.

A mis docentes, amigos, hermanos y a mi compañera de vida, pues todos aportan enriquecedores momentos muy gratificantes llenos de amor, felicidad, alegrías, aprendizajes y nuevas experiencias.

Y mi eterno agradecimiento al Ing. Israel Naranjo, pues ha sido mi guía, consejero y amigo en estos últimos peldaños universitarios.

Washington Alfonso Calderón Castillo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I. – MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	6
1.3.1 Marco legal.....	6
1.3.2 Logística.....	13
1.3.3 Almacén	14
1.3.4 Sistema de almacenamiento	18
1.3.5 Análisis ABC	21
1.3.6 Distribución de instalaciones	22
1.3.7 Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución (IPISI)	24
1.3.8 Metodología preferred reporting items for systematic reviews and meta- analyses (PRISMA)	26
1.3.9 Método heurístico de asignación de ubicaciones	26
1.3.10 Estudio de tiempos y movimientos	27
1.3.11 Software de simulación	30
1.4 Objetivos	33
1.4.1 Objetivo general	33
1.4.2 Objetivos específicos	33

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	34
2.1 Materiales	34
2.2 Métodos	36
2.2.1 Modalidad de la investigación	36
2.2.2 Población y muestra	37
2.2.3 Recolección de la información.....	37
2.2.4 Procesamiento y análisis de los datos	40
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.1 Análisis y discusión de los resultados	41
3.1.1 Datos generales de la empresa	41
3.1.2 Diagnóstico de las condiciones actuales de la bodega de las materias primas de la empresa de calzado Gamo's	46
3.1.3 Análisis de la distribución actual y sus afectaciones al sistema de almacenamiento	83
3.1.4 Sistema de categorización de materias primas.....	89
3.1.5 Sectorización actual de las instalaciones.....	107
3.1.6 Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones.....	109
3.1.7 Técnicas de identificación de las condiciones de la distribución de instalaciones actual	114
3.1.8 Desarrollo de la propuesta.....	120
3.1.9 Rediseño de la distribución de instalaciones para la bodega de materias primas.....	133
3.1.10 Asignación de ubicaciones	142
3.1.11 Diagrama de recorridos y análisis carga distancia propuestos.....	147
3.1.12 Análisis de los resultados	156
3.1.13 Técnicas de identificación de las condiciones de la distribución de instalaciones propuesta	159
3.1.14 Tabla resumen de la propuesta de mejora	165
3.1.15 Simulación mediante el software FlexSim.....	171
3.1.16 Selección de materiales, equipamiento y sistemas de almacenamiento para la distribución de instalaciones propuesta.....	205
3.1.17 Costos de implementación de la propuesta	211
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	217
4.1 Conclusiones	217
4.2 Recomendaciones	218
MATERIALES DE REFERENCIA	220

Referencias bibliográficas	220
Anexos	227
Anexo 1: Tabla de Niebel para determinar los suplementos	227
Anexo 2: Tabla de la valoración del ritmo de trabajo	228
Anexo 3: Formato de la lista de chequeo metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución	228
Anexo 4: Entrevista	232
Anexo 5: Modelos de las familias de productos categoría A	234
Anexo 6: Distancias obtenidas de la distribución de instalaciones propuesta.....	237
Anexo 7: Cursograma Analítico del proceso: Recepción de materias primas propuesto	239
Anexo 8: Cursograma Analítico del proceso: Almacenamiento de materias primas propuesto	240
Anexo 9: Cursograma analítico del proceso: Despacho de materias primas propuesto	241
Anexo 10: Características físicas - estructura del rack selectivo	242
Anexo 11: Comparación de los planos de las distribuciones: Actual vs Propuesto (AutoCAD).....	243
Anexo 12: Comparación de los diseños de las distribuciones: Actual vs Propuesto (FlexSim).....	244

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de almacén.....	15
Tabla 2. Principios básicos de almacenaje	16
Tabla 3. Tipos de sistema de almacenamiento	19
Tabla 4. Principios básicos de la distribución de instalaciones.....	23
Tabla 5. Observaciones necesarias - General Electric	27
Tabla 6. Software de simulación FlexSim	31
Tabla 7. Lista de materiales empleados en el proyecto de investigación.....	34
Tabla 8. Personal encargado del proceso logístico de la empresa de calzado Gamo's	37
Tabla 9. Productos ofertados por la empresa de calzado Gamo's	44
Tabla 10. Actividades del proceso: Recepción de materias primas	54
Tabla 11. Cálculo de suplementos del proceso: Recepción de materias primas	57
Tabla 12. Análisis carga distancia actual del proceso: Recepción de materias primas	60
Tabla 13. Actividades del proceso: Almacenamiento de materias primas.....	62
Tabla 14. Cálculo de suplementos del proceso: Almacenamiento de materias primas	65
Tabla 15. Análisis carga distancia actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.....	68
Tabla 16. Actividades del proceso: Despacho de materias primas	71
Tabla 17. Cálculo de suplementos del proceso: Despacho de materias primas	75
Tabla 18. Artículos despachados.....	77
Tabla 19. Análisis carga distancia actual del proceso: Despacho de materias primas	79
Tabla 20. Inventarios.....	80
Tabla 21. Ventas anuales 2021.....	90
Tabla 22. Análisis ABC de productos	91
Tabla 23. Clasificación ABC - modelos de productos	92
Tabla 24. Lista de materiales - modelos categoría A	95
Tabla 25. Matriz de criticidad	104
Tabla 26. Nivel de criticidad	105
Tabla 27. Criticidad de materias primas.....	105
Tabla 28. Sectorización de las instalaciones	107
Tabla 29. Ubicación de la materia prima – bodega 1	109
Tabla 30. Ubicación de la materia prima – bodega 2.....	111
Tabla 31. Matriz de cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones	114
Tabla 32. Matriz de cumplimiento de los principios de almacenaje.....	116
Tabla 33. Matriz de cumplimiento de la normativa nacional vigente.....	118
Tabla 34. Preguntas de investigación para el desarrollo de la metodología PRISMA	121

Tabla 35. Términos de búsqueda y puntos de vista.....	122
Tabla 36. Criterios de inclusión y exclusión de documentos.....	123
Tabla 37. Matriz de hallazgos mediante la aplicación metodología PRISMA	125
Tabla 38. Matriz de relación - Principios básicos de distribución y almacenaje	135
Tabla 39. Consideraciones aplicativas - Principios básicos de distribución y almacenaje.....	136
Tabla 40. Señalética horizontal	138
Tabla 41. Método heurístico - clasificar todas las posiciones respecto a las zonas de recepción y despacho	143
Tabla 42. Método heurístico - asignación del sku más alto a la siguiente posición más baja	144
Tabla 43. Análisis carga distancia propuesto del proceso escenario 1: recepción de materias primas	149
Tabla 44. Análisis carga distancia propuesto del proceso escenario 2: recepción de materias primas	150
Tabla 45. Análisis carga distancia del proceso escenario 1: Almacenamiento de materias primas	152
Tabla 46. Análisis carga distancia del proceso escenario 2: Almacenamiento de materias primas	153
Tabla 47. Análisis carga distancia del proceso: despacho de materias primas	155
Tabla 48. Análisis de los resultados del proceso: Recepción de materias primas ..	156
Tabla 49. Análisis de los resultados del proceso: Almacenamiento de materias primas	157
Tabla 50. Análisis de los resultados del proceso: Despacho de materias primas....	158
Tabla 51. Análisis de los resultados – comparación de los tiempos de procesos ...	159
Tabla 52. Cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones de la distribución: Actual vs propuesta.....	160
Tabla 53. Cumplimiento de los principios básicos de almacenaje: Actual vs propuesto	161
Tabla 54. Cumplimiento de la normativa nacional vigente: Actual vs propuesto ..	162
Tabla 55. Propuestas de mejora	165
Tabla 56. Resultados de la simulación – distancias recorridas	202
Tabla 57. Resultados de la simulación – tiempos de permanencia	203
Tabla 58. Resultados de la simulación – tiempo de simulación.....	204
Tabla 59. Resultados porcentuales del tiempo de simulación.....	205
Tabla 60. Uso de la mejor unidad de carga - pallets	206
Tabla 61. Sistema estructural de almacenamiento - racks selectivos.....	208
Tabla 62. Sistemas de manipulación de materiales - montacargas	210
Tabla 63. Costos de implementación de la propuesta	211
Tabla 64. Análisis de los resultados – comparación del costo por manejo de materiales	214
Tabla 65. Costo mensual por manejo de materiales.....	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Costos logísticos.....	14
Figura 2. Indicadores de desempeño logístico.....	26
Figura 3. Simbología de procesos.....	29
Figura 4. Ejemplos de cursograma analítico y diagrama de recorrido.....	30
Figura 5. Software de simulación FlexSim 2019.....	32
Figura 6. Ubicación de la planta de producción de la empresa de calzado Gamo's.	43
Figura 7. Organigrama estructura de la empresa de calzado Gamo's.....	43
Figura 8. Ubicación de la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamo's.....	46
Figura 9. Calidad del piso y suelo.....	47
Figura 10. Muelles de carga y descarga.....	48
Figura 11. Infraestructura superficial de las instalaciones.....	49
Figura 12. Vista vertical de las instalaciones.....	49
Figura 13. Espacios de maniobra.....	50
Figura 14. Distancia entre pasillo.....	51
Figura 15. Proceso: Recepción de materias primas.....	53
Figura 16. Cursograma analítico actual del proceso: Recepción de materias primas.....	55
Figura 17. Estudio de tiempos actual del proceso: Recepción de materias primas.....	58
Figura 18. Diagrama de recorrido actual del proceso: Recepción de materias primas.....	59
Figura 19. Proceso: Almacenamiento de materias primas.....	61
Figura 20. Cursograma analítico actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.....	64
Figura 21. Estudio de tiempos actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.....	66
Figura 22. Diagrama de recorrido actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.....	67
Figura 23. Proceso: Despacho de materias primas (parte 1).....	69
Figura 24. Proceso: Despacho de materias primas (parte 2).....	70
Figura 25. Cursograma analítico del proceso: Despacho de materias primas.....	74
Figura 26. Estudio de tiempos actual del proceso: Despacho de materias primas....	76
Figura 27. Diagrama de recorrido actual del proceso: Despacho de materias primas.....	78
Figura 28. Seguridad laboral y ocupacional.....	82
Figura 29. Diagrama Ishikawa para la identificación del problema.....	84
Figura 30. Sectorización actual de las instalaciones.....	108
Figura 31. Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones - bodega 1.....	110
Figura 32. Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones - bodega 2.....	112
Figura 33. Revisión sistemática de información.....	120
Figura 34. Diagrama de aplicación metodología PRISMA.....	124

Figura 35. Señalética vertical de los extintores portátiles.....	139
Figura 36. Distribución de instalaciones propuesto.....	141
Figura 37. Aplicación del método heurístico de asignación de ubicaciones final. .	146
Figura 38. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: Recepción de materias primas.....	148
Figura 39. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: almacenamiento de materias primas.	151
Figura 40. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: despacho de materias primas.....	154
Figura 41. Plano 2D de las instalaciones actual.....	171
Figura 42. Interfaz 3D de las instalaciones actual.	172
Figura 43. Programación source 1 (camión de entrada MP) - recepción de materias primas.....	173
Figura 44. Programación queue 1 - recepción de materias primas.	173
Figura 45. Programación queue P1 – P10 (puntos de almacenamiento provisional)- recepción de materias primas.	174
Figura 46. NetworkNode- recepción de materias primas.	174
Figura 47. Programación operador - recepción de materias primas.	175
Figura 48. Programación queue (Pi-ATi) - almacenamiento de materias primas...	175
Figura 49. Programación operador - almacenamiento de materias primas.....	176
Figura 50. Programación source 2 - despacho de materias primas.....	176
Figura 51. Programación queue DP1 – DP18 - despacho de materias primas.....	177
Figura 52. Programación queue 2 - despacho de materias primas.....	177
Figura 53. Resultados de la simulación – distribución de instalaciones actual.	178
Figura 54. Layout actual de las instalaciones simulado.....	181
Figura 55. Programación del escenario de mejora 1 (source 1) - recepción de materias primas.....	183
Figura 56. Programación del escenario de mejora 1 (queue 1) - recepción de materias primas.....	183
Figura 57. Programación del escenario de mejora 1 (queue P1 – P10)- recepción de materias primas.	184
Figura 58. Programación del escenario de mejora 1 (operador) - recepción de materias primas.....	184
Figura 59. Programación del escenario de mejora 1 (queue Pi-ATi) - almacenamiento de materias primas.....	185
Figura 60. Programación del escenario de mejora 1 (operador) - almacenamiento de materias primas.	185
Figura 61. Programación del escenario de mejora 1 (source 2) - despacho de materias primas.....	186
Figura 62. Programación del escenario de mejora 1 (queue DP1 – DP18) - despacho de materias primas.....	187
Figura 63. Programación del escenario de mejora 1 (queue 2) - despacho de materias primas.....	187

Figura 64. Resultados del escenario de mejora 1– distribución de instalaciones propuesto.....	188
Figura 65. Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 1 simulado.....	191
Figura 66. Programación del escenario de mejora 2 (source 1) - recepción de materias primas.....	192
Figura 67. Programación del escenario de mejora 2 (source 3) – recepción de materias primas.....	192
Figura 68. Programación del escenario de mejora 2 (combiner) – recepción de materias primas.....	193
Figura 69. Programación del escenario de mejora 2 (queue 3) – recepción de materias primas.....	193
Figura 70. Programación del escenario de mejora 2 (Queue P1 – P10) – recepción de materias primas.....	194
Figura 71. Programación del escenario de mejora 2 (montacargas) – recepción de materias primas.....	194
Figura 72. Programación del escenario de mejora 2 (queue Pi – ATi) – almacenamiento de materias primas.....	195
Figura 73. Programación del escenario de mejora 2 (queue ATi) - almacenamiento de materias primas.....	195
Figura 74. Programación del escenario de mejora 2 (source 2) - despacho de materias primas.....	196
Figura 75. Programación del escenario de mejora 2 (queue DP1 – DP18) - despacho de materias primas.....	197
Figura 76. Programación del escenario de mejora 2 (queue 2) - despacho de materias primas.....	197
Figura 77. Resultados del escenario 2 de simulación – distribución de instalaciones propuesto.....	198
Figura 78. Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 2 simulado.....	201
Figura 79. Características longitudinales del rack selectivo.....	209

RESUMEN EJECUTIVO

La problemática surge por la necesidad de contar con una distribución de instalaciones que propicie los espacios adecuados, las áreas correctamente distribuidas y un sistema de almacenamiento acorde a los requerimientos de la empresa, pues la distribución de instalaciones actual no es la adecuada y genera problemas en los procesos logísticos de almacenamiento.

Para el desarrollo del proyecto se empleó la metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución en la identificación de las condiciones actuales de la bodega, obteniendo como resultado deficiencias en la calidad de suelo, inexistencia de muelles de carga-descarga, inadecuada distancia entre pasillos y carencia de indicadores, desencadenado problemas en los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas, de igual forma, se realizó una categorización de productos basados en el nivel de consumo y analizando la criticidad de las materias primas, identificando los materiales más críticos gracias al uso de herramientas como: ABC, BOM y matriz de criticidad.

Por otro lado, se utilizó la metodología PRISMA en la obtención de criterios aplicativos relacionados con principios de almacenaje y técnicas de distribución que permitieron el diseño de una nueva distribución de instalaciones con la que se prevé una reducción de alrededor de 3.000 metros, limitando los movimientos internos mediante la aplicación de un método heurístico de asignación, la inversión estimada para la implementación es de 59.758,56 dólares y se estima un ahorro mensual de 1.779,32 dólares que representa el 2,98% de la inversión total, permitiendo una recuperación de la inversión en 33,6 meses. Finalmente, se corroboran los resultados a través de la simulación de los procesos logísticos de almacenamiento mediante el software FlexSim.

Palabras clave: Sistemas de almacenamiento, distribución de instalaciones, método heurístico de asignación, principios de almacenamiento, técnicas de distribución, IPISI, PRISMA.

ABSTRACT

The problem arises from the need to have a distribution of facilities that provides adequate spaces, properly distributed areas and a storage system according to the requirements of the company, since the current distribution of facilities is not adequate and generates problems in the logistic processes of storage.

For the development of the project, the methodology of logistics diagnosis of warehouses and distribution centers was used to identify the current conditions of the warehouse, obtaining as a result deficiencies in floor quality, lack of loading-unloading docks, inadequate distance between aisles and lack of indicators, triggering problems in the processes of reception, storage and dispatch of raw materials, likewise, a categorization of products was made based on the level of consumption and analyzing the criticality of raw materials, identifying the most critical materials thanks to the use of tools such as: ABC, BOM and criticality matrix.

On the other hand, the PRISMA methodology was used to obtain applicative criteria related to storage principles and distribution techniques that allowed the design of a new distribution of facilities with which a reduction of about 3,000 meters is foreseen, limiting internal movements by applying a heuristic allocation method. The estimated investment for the implementation is US\$59.758,56 and an annual saving of US\$1.779,32 is estimated, which represents 2.98% of the total investment, allowing a recovery of the investment in 33,6 months. Finally, the results are corroborated through the simulation of the storage logistics processes using FlexSim software.

Keywords: Storage systems, facility distribution, heuristic allocation method, storage principles, distribution techniques, IPISI, PRISMA.

CAPÍTULO I. – MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE MATERIAS PRIMAS DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S.

1.1.1 Planteamiento del problema

Los problemas en los sistemas de almacenamiento en las empresas existen desde hace mucho tiempo, ocasionados por la mala gestión de inventarios, la falta de planificación de los espacios destinados al almacenaje y disposición temporal de mercaderías y la carencia de regularizaciones en cuanto a la manipulación y transporte de las cargas, pero no fue hasta principios del siglo XIX cuando las organizaciones empezaron a aplicar metodologías, técnicas analíticas y la elaboración de estudios sistemáticos para disminuir la problemática que limitaba el desarrollo de las organizaciones, en la actualidad, las empresas a nivel mundial se han visto obligadas a cambiar considerablemente su estilo y entorno comercial debido a factores como: la globalización, la alta competencia y la inmersión de nuevas tecnológicas en las industrias, mejorando los proceso y las operaciones internas de abastecimiento y cadena de suministros.

En Europa, las empresas conocen la gran importancia que tienen los centros de almacenamiento para la productividad, pues se rigen a dictámenes enfocados en planes de acción sobre el manejo, almacenaje y transporte de materias primas, garantizando la existencia de materiales, propiciando planes estratégicos y la infraestructura adecuada en los lugares de almacenamiento, evitando interrupciones inesperadas en la producción y el suministro de materiales [1], sin embargo, muchas de las empresas presentan inconvenientes relacionados con la capacidad de almacenaje, pues en la

última década, las empresas europeas han incrementado sus niveles en ventas, aumentando en más de 20% la adquisición de stocks de materias primas y componentes pero sin gestionar correctamente los lugares destinados para el almacenamiento [2]. A pesar del incremento en las ventas, en el último año, las empresas han presentado dificultades en el abastecimiento y la cadena de suministros, debido a la paralización de las actividades comerciales producto de la pandemia causada por el COVID-19, repercutiendo en pérdidas económicas y limitando la adquisición de materias primas. Países como España, Francia, Portugal y Alemania han disminuido su capacidad para gestionar los inventarios en los centros de almacenamiento de 61,4 a 58,6 puntos, afectando al cumplimiento de los plazos de entrega e incrementando los costos de manejo, almacenamiento y transporte de materiales en un 12% [3].

En América latina una de las dificultades más notorias que las empresas atraviesan es la gestión de almacenes, pues no cuentan con información, planificación, infraestructura, equipamientos y los espacios adecuados para desarrollar las actividades de selección, manipulación y transporte de los materiales de manera efectiva, limitando el desempeño del proceso logístico e incrementando los costos, se conoce que el 20% de los costos logísticos totales están destinados al almacenamiento, representando una porción significativa de los costos en la cadena de suministros de la empresa [4], a esto se adiciona una mala planificación de los recursos, un personal poco capacitado, trabajo en condiciones inseguras, problemas relacionados con la ausencia de programas logísticos y subproblemas que incluyen un enfoque sectorial que representan la ausencia de capacitación y la inexistencia de organismos reguladores e integradores de logística y cadena de suministro empresariales [5], desencadenando en una cultura desorganizada, es por ello de la importancia de los espacios destinados al almacenamiento, siendo pieza clave para el control y rentabilidad financiera, lo cual se logra mediante la aplicación de planes estratégicos [6].

En la actualidad las industrias ya no compiten por los productos que generan, sino por la cadena de suministros que poseen, la gestión de almacenamiento y distribución de las materias primas en las industrias de Tungurahua carecen de una planificación integral, que reúnan los requisitos necesarios para alcanzar los estándares óptimos, una

de las principales dificultades que atraviesan y afectan a los almacenes es la mala estructuración y la deficiente organización de los inventarios, provocando tiempos muertos, condiciones inseguras, desgaste del personal generando pérdidas económicas a corto, mediano y largo plazo, por ello de la necesidad de contar con un correcta distribución de almacén que permita a los trabajadores realizar sus actividades de forma adecuada y permitiendo que la logística de la empresa sea más eficiente.

Calzado Gamo's es una de las empresas pioneras en la fabricación de calzado en la ciudad de Ambato, líderes en la producción de zapatos de alta calidad destinados a la aventura y a la seguridad, posee una planta de producción donde se llevan a cabo todas las operaciones de manufactura y un almacén principal separado de las instalaciones donde se mantiene eventualmente las materias primas, a pesar de tener un almacén amplio, la empresa no cuenta con una adecuada distribución, los artículos que ingresan son ubicados de manera desorganizada, dificultando el acceso a los productos, además, la distancia entre pasillos se torna estrecha, impidiendo la correcta circulación, causando así un problema en la adquisición de los materiales y exponiendo a los trabajadores a condiciones inseguras, por estos motivos surge el interés de propiciar y gestionar un sistema de almacenamiento adecuado acompañado de una distribución de almacenen acorde a las necesidades del entorno comercial de la empresa que disminuya los tiempos de acción, mejore la disponibilidad del espacio, facilite el acceso a los materiales, reduzca las distancias recorridas y que la identificación de los artículos sea la adecuada, con ello la empresa optimizará sus recursos.

1.2 Antecedentes investigativos

El desarrollo del proyecto de investigación se basa en la recopilación de información de varias fuentes bibliográficas y estudios relacionados con la distribución de instalaciones, sistemas de almacenamiento, principios almacenaje y técnicas de distribución, los mismos que servirán como referencia para la investigación.

La implementación de una nueva distribución en las instalaciones y la mejora en la gestión de almacenes garantiza beneficios en la productividad del personal, se prevé un aumento en la calidad de despacho, los indicadores de seguridad y salud ocupacional se mejoran, permitiendo que el personal se sienta más cómodo y puedan

desarrollar sus actividades de forma segura, con altos niveles de confianza e incrementando hasta un 23% su rendimiento [7].

Para impulsar un incremento en la rentabilidad empresarial de las organizaciones es necesario aplicar métodos de análisis de datos como la herramienta ABC, la cual clasifica los artículos existentes, dándoles mayor prioridad a los artículos de categoría A, permitiendo plantear modelos de gestión de inventarios de revisión periódica y una frecuencia de adquisición basado en la cantidad adecuada de stock a ordenar, la herramienta de análisis está centrado en un 95% de confianza y con ello disminuir los costos destinados a mantenimiento de inventarios [8].

Uno de los factores para aumentar la competitividad de las empresas a nivel nacional e internacional es el tiempo de abastecimiento, mantención, reposición de materias primas y el cumplimiento de las regularizaciones en los centros de almacenamiento, mediante un estudio enfocado al diagnóstico competitivo en los almacenes comerciales de la zona 3 del Ecuador y un análisis de la incidencia para la mantención de mercaderías en buenas condiciones, se establece que para incrementar el nivel de competitividad de los almacenes se debe contar y cumplir con la normativa vigente, controlando sus actividades con indicadores de desempeño e impulsar planes de mejora continua enfocados al fortalecimiento y a la optimización de recursos, basándose en metodologías como el Just in Time y en modelos de gestión de logística integral, logrando un aumento de la eficiencia y eficacia de las empresas [9].

Al mejorar la distribución de las instalaciones y la disposición interna de los materiales en las empresas, se pueden evidenciar resultados positivos, pues los recursos se optimizan, aumenta la disponibilidad del personal y la ejecución de las actividades internas se perfeccionan, mediante la modificación de las rutas del recorrido se optimizan las actividades dentro de las locaciones, el tiempo transcurrido desde la recepción del material, el ingreso y la disposición final se puede reducir en un 24%, de igual forma las distancias recorridas pueden disminuir en un 63%, ya que las horas y las distancias recorridas para realizar estas actividades se acortan notoriamente, finalmente las empresas pueden obtener un ahorro del 11% en los costos de almacenamiento [10].

La mejora de procesos no solo se evidencia en los resultados económicos, sino también en la satisfacción de los trabajadores y en la calidad de servicio que oferta, demostrando que, mediante la aplicación de una correcta gestión de almacenes las empresas pueden mejorar en un 18% el nivel de servicio del almacén de suministro, un 12% la calidad de las entregas y un 8% el tiempo de entregas [11].

La importancia de tener una correcta distribución de instalaciones en centros de almacenamiento se refleja en la capacidad para cumplir con las entregas de despacho en los tiempos establecidos, un rediseño de la instalación permite realizar las actividades de forma eficiente, reduciendo los desplazamientos y transportes, mediante la aplicación del rediseño de los espacios destinados al almacenamiento se reducen los tiempos de recorrido entre áreas en un 44.29%, aumentando la rapidez en las actividades de carga, descarga y el proceso de despacho o picking, optimiza el manejo de inventarios, agilizando las operaciones internas del almacén y mejorando la gestión de pedidos [12].

La falta de organización y los altos costos generados por el almacenamiento de productos reflejan algunos de los problemas más notorios en las empresas. Según datos obtenidos de un estudio realizado a 22 empresas del Perú, la causa principal de la desorganización y los altos costos es la ausencia de una gestión de inventarios, tras la implementación de la metodología de reposición y clasificación de inventarios, se lograron resultados favorables para las empresas, pues logran reducir sus costos e incrementar el nivel de servicio en más del 5%, permitiendo el cumplimiento de las fechas de entrega [13].

La aplicación de metodologías para el mantenimiento, comprobación, validación y control continuo permiten mejorar los procesos de almacenamiento y distribución de productos comerciales, en la organización biofarmacéutica cubana, una de las alternativas para mejorar el proceso de almacenamiento y distribución es la aplicación de metodologías basadas en el ciclo de Deming, herramienta enfocada a la mejora continua de los procesos y a la aplicación de parámetros de control de mercancías, garantizando la calidad de los productos y servicios [14].

Toda implementación, cambio o rediseño de las instalaciones de cualquier empresa debe estar enfocado en mejorar las actividades. La factibilidad y funcionabilidad debe

ser analizada y aprobada previamente, por ejemplo, las empresas dedicadas a la producción de vino, para realizar un rediseño de almacén y comprobar su viabilidad, emplean herramientas de simulación para analizar los resultados, uno de los softwares más utilizados para la simulación es FlexSim, el cual muestra un mejor flujo para reconocer y calcular porcentajes de optimización y producción [15].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Marco legal

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393

A continuación, se detallan varios artículos tomados del Decreto Ejecutivo 2393, que servirán como base y sustento teórico para el desarrollo del proyecto de investigación planteado [16].

Capítulo II – Edificios y locales

Art. 21. Seguridad Estructural

1. Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.
2. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidas.
3. En los locales que deban sostener pesos importantes, se indicará por medio de rótulos, las cargas máximas que puedan soportar, prohibiéndose expresamente el sobrepasar tales límites.

Art. 23. Suelos, techos y paredes

1. El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, liso y continuo. Será de material consistente, no deslizante o susceptible de serlo por el uso o proceso de trabajo, y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y en los centros de trabajo donde se traban líquidos en abundancia susceptibles de formar charcos, los

suelos se construirán de material impermeable, dotando al pavimento de una pendiente de hasta 1,5% con desagües o canales.

2. Los techos y tumbados deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Art. 24. Pasillos

1. Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización.
2. La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo.

No será menor a 800 milímetros, contándose está a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.

Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.

4. Los pasillos, galerías y corredores se mantendrán en todo momento libres de obstáculos y objetos almacenados.

Art. 28. Escaleras de mano

Las escaleras de mano ofrecerán siempre las garantías de solidez, seguridad y de aislamiento o incombustión en caso de riesgo de incendio.

- 4 En la utilización de escaleras de mano se adoptarán las siguientes precauciones:
 - a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas y en su defecto sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
 - g) Se prohíbe, sobre las mismas, el transporte manual de pesos superiores a 20 kg. Los pesos inferiores podrán ser transportados siempre y cuando queden ambas manos libres para la sujeción.
 - j) Para efectuar trabajos en escaleras de mano a alturas superiores a los tres metros se exigirá el uso del cinturón de seguridad.

Capítulo V – Manipulación y almacenamiento

Art. 128. Manipulación de materiales

1. El transporte o manejo de materiales en lo posible deberá ser mecanizado, utilizado para el efecto elementos como: carretillas, vagonetas, elevadores, transportadores de bandas, grúas, montacargas y similares.
2. Los trabajadores encargados de la manipulación de carga de materiales, deberán ser instruidos sobre la forma adecuada para efectuar las citadas operaciones con seguridad.
3. Cuando se levanten o conduzcan objetos pesados por dos o más trabajadores, la operación será dirigida por una sola persona, a fin de asegurar la unidad de acción.
4. El peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador será el que se expresa a continuación:

Varones hasta 16 años	35 libras
Mujeres hasta 18 años	20 libras
Varones de 16 a 18 años	50 libras
Mujeres de 18 a 21 años	25 libras
Mujeres de 21 años o más	50 libras
Varones de más de 18 años	Hasta 175 libras

No se deberá exigir ni permitir a un trabajador el transporte manual de cargas cuyo peso puede comprometer su salud y seguridad.

5. Los operarios destinados a trabajos de manipulación irán provistos de las prendas de protección apropiadas a los riesgos que estén expuestos.

Art. 129. Almacenamiento de materiales

1. Los materiales serán almacenados de forma que no se interfiera con el funcionamiento adecuado de las máquinas u otros equipos, el paso libre en los pasillos y lugares de tránsito y el funcionamiento eficiente de los equipos contra incendios y la accesibilidad a los mismos.

2. El apilado y desapilado debe hacerse en las debidas condiciones de seguridad, prestándose especial atención a la estabilidad de la ruma y a la resistencia del terreno sobre el que se encuentra.
3. Cuando las rumas tengan alturas superiores a 1,50 metros se proporcionará medios de acceso seguros, siendo aconsejable el empleo de cintas transportadoras y medios mecánicos, siempre que se rebasen los 2,50 metros de altura.
- 5 Cuando en el apilado y desapilado se utilicen montacargas de cuchilla el almacenamiento deberá efectuarse sobre plataformas ranuradas que permitan la introducción y levantamiento seguro de la carga.
- 6 Los maderos, tubos, troncos y, en general los objetos de forma cilíndrica o escuadra y alargada, se apilarán en filas horizontales, evitando salientes en los pasillos y nunca en vertical u oblicuo. Se calzará siempre adecuadamente la fila inferior con las cuñas proporcionadas al tamaño de la ranura.

Capítulo VI – Vehículos de carga y transporte

Art. 128. Circulación de vehículos

1. Los pisos de la fábrica sobre los cuales se efectúa habitualmente la circulación, estarán suficientemente nivelados para permitir un transporte seguro y se mantendrán sin huecos, salientes u otros obstáculos.
2. Los pasillos usados para el tránsito de vehículos estarán señalizados en toda su longitud.
3. El ancho de los pasillos para la circulación de los vehículos en las fábricas, no será menor de:
 - a) 600 milímetros más que el ancho del vehículo o carga más amplia cuando se emplee para el tránsito en un solo sentido.
 - b) 900 milímetros más dos veces el ancho del vehículo o carga, cuando se use para tránsito de doble dirección.
 - c) Se utilizarán vehículos o sistemas que no contaminen el ambiente de trabajo.

Art. 131. Carretillas o carros manuales

1. Serán de material resistente en relación con las cargas que hayan de soportar y de modelo apropiado para el transporte a efectuar.
2. Cuando se utilicen carros en rampas pronunciadas o superficies muy inclinadas, estarán dotados de frenos.
3. Se colocarán los materiales sobre los mismo de forma que mantengan el equilibrio y nunca se sobrecargarán.
4. Las empuñaduras estarán dotas de guardamanos

Capítulo VII – Manipulación, almacenamiento y transporte de mercaderías peligrosas

Art. 136. Almacenamiento, manipulación y trabajos en depósitos de materiales inflamables.

1. Los productos y materiales inflamables se almacenarán en locales destinados a los de trabajo y si no fuera posible, en recintos completamente aislados. En los puestos o lugares de trabajo sólo se depositará la cantidad estrictamente necesaria para el proceso de fabricación.
2. Antes de almacenar sustancias inflamables se comprobará que su temperatura no rebase el nivel de seguridad efectuando los controles periódicos mediante aparatos de evaluación de las atmosferas inflamables.
5. Los recipientes de líquidos o sustancias inflamables se rotularán indicando su contenido, peligrosidad y precauciones necesarias para su empleo.

Título V – Protección colectiva

Capítulo I – Prevención de incendios – normas generales

Art. 143. Emplazamientos de los locales

- 5 Los procesos de trabajo donde se labora con sustancias combustibles o explosivas, así como los locales de almacenamiento deberán contar con u sistema de ventilación o extracción de aire, dotado de los correspondientes dispositivos para evitar la contaminación interna y externa.

Capítulo II – Instalación de detección de incendios

Art. 154. En los locales de alta concurrencia o peligrosos se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuentes de suministro.

1. Equipos de control y señalización.

Estará situado en un lugar fácilmente accesible y de forma que sus señales puedan ser audibles y visibles. Estará provisto de señales de aviso y control para cada una de las zonas en que haya dividido la instalación industrial.

2. Detectores

Situados en cada una de las zonas en que se ha dividido la instalación. Serán de la clase y sensibilidad adecuadas para detectar el tipo de incendio que previsiblemente pueda conducir cada local, evitando que los mismos puedan activarse en situaciones que no correspondan a una emergencia real.

3. Fuente de suministro de energía

La instalación estará alimentada con mínimo por dos fuentes de suministros de las cuales la principal será la red general del edificio. La fuente secundaria dispondrá de una autonomía de 72 horas de funcionamiento en estado de vigilancia y una hora en estado de alarma.

Capítulo III – Instalación de extinción de incendios

Art. 155. Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.

Art. 159. Extintores móviles

1. Los extintores se clasifican en los siguientes tipos en función del agente extintor:

Extintor de agua

Extintor de espuma

Extintor de polvo

Extintor de anhídrido carbónico (CO₂)

Extintor de hidrocarburos halogenados

Extintor específico para fugas de metales

2. Se instalará el tipo de extinguidor adecuado en función de las distintas clases de fuego y de las especificaciones del fabricante.
3. Clasificación y control de incendios. Se aplicará la siguiente clasificación de fuegos y los métodos de control señalados a continuación.

Clase A: materiales sólidos o combustibles ordinarios tales como: viruta, papel, madera, basura, plástico, etc. Se lo representa con un triángulo de color verde.

Se lo puede controlar mediante

- Enfriamiento por agua o soluciones con alto porcentaje de ella como es el caso de las espumas.
- Polvo químico seco, formando una capa en la superficie de estos materiales.

Clase B: Líquidos inflamables, tales como: gasolina, aceite, grasas, solventes.

Se lo representa con un cuadro de color rojo.

Se lo puede controlar por reducción o eliminación del oxígeno del aire con el empleo de una capa de película de:

- Polvo químico seco
- Anhidrido carbónico (CO₂)
- Espumas químicas o mecánicas
- Líquidos vaporizados

La selección depende de las características del incendio.

NO USAR AGUA en forma de chorro, por cuanto puede desparramar el líquido y extender el fuego.

Capítulo VI – Señalización de seguridad – Normas generales

Art. 168. Condiciones de utilización

1. Tendrán una duración conveniente, en las condiciones normales de empleo, por lo que se utilizarán pinturas resistentes al desgaste y lavables, que se renovarán cuando estén deterioradas, manteniéndose siempre limpias.

2. Su utilización se hará de tal forma que sean visibles en todos los casos, sin que exista posibilidad de confusión con otros tipos de color que se apliquen a superficies relativamente extensas.

En el caso en que se usen colores para indicaciones ajenas a la seguridad, éstos serán distintos a los colores de seguridad.

3. La señalización óptima a base de colores se utilizará únicamente con las iluminaciones adecuadas para cada tipo de color.

1.3.2 Logística

La logística es el conjunto de actividades interrelacionadas que se encargan de la planeación, control y administración de la cadena de suministros, va desde el aprovisionamiento de las materias primas hasta la entrega y distribución de los productos terminados al consumidor final, enfocada a proporcionar valor a los productos y colaborar entre los actores tanto internos como externos de la organización [17].

Los objetivos de la logística son:

- Incrementar las ventajas competitivas impulsando la fidelización de los clientes, mejorando los beneficios económicos.
- Disminuir los costos operativos relacionados con tareas de manipulación y transporte, reducir las distancias recorridas y optimizar el tiempo de operaciones.
- Abastecimiento y distribución oportuna de los productos que requieren el consumidor final.
- Gestionar los recursos humanos, financieros, tecnológicos y técnicos para realizar las actividades de forma eficiente y efectiva con el fin de obtener una mayor rentabilidad.

Estos objetivos impulsarán al desarrollo de la organización, mejorando las estrategias competitivas, reduciendo los costos e incrementando el desempeño global al momento de ejecutar y desarrollar las operaciones logísticas internas y externas [17].

El grupo de almacenamiento y bodega debe estar preparado para realizar todas las operaciones de recepción, almacenamiento, preparación, despacho y envío de las mercaderías, reduciendo los movimientos y los tiempos entre actividades [18].

Costos logísticos

Son todos aquellos costos que se generan producto del desarrollo de las actividades cotidianas logísticas dentro de la organización, siendo de gran importancia para las empresas [19].

En la Figura 1, se detallan los costos logísticos vinculados a las empresas:

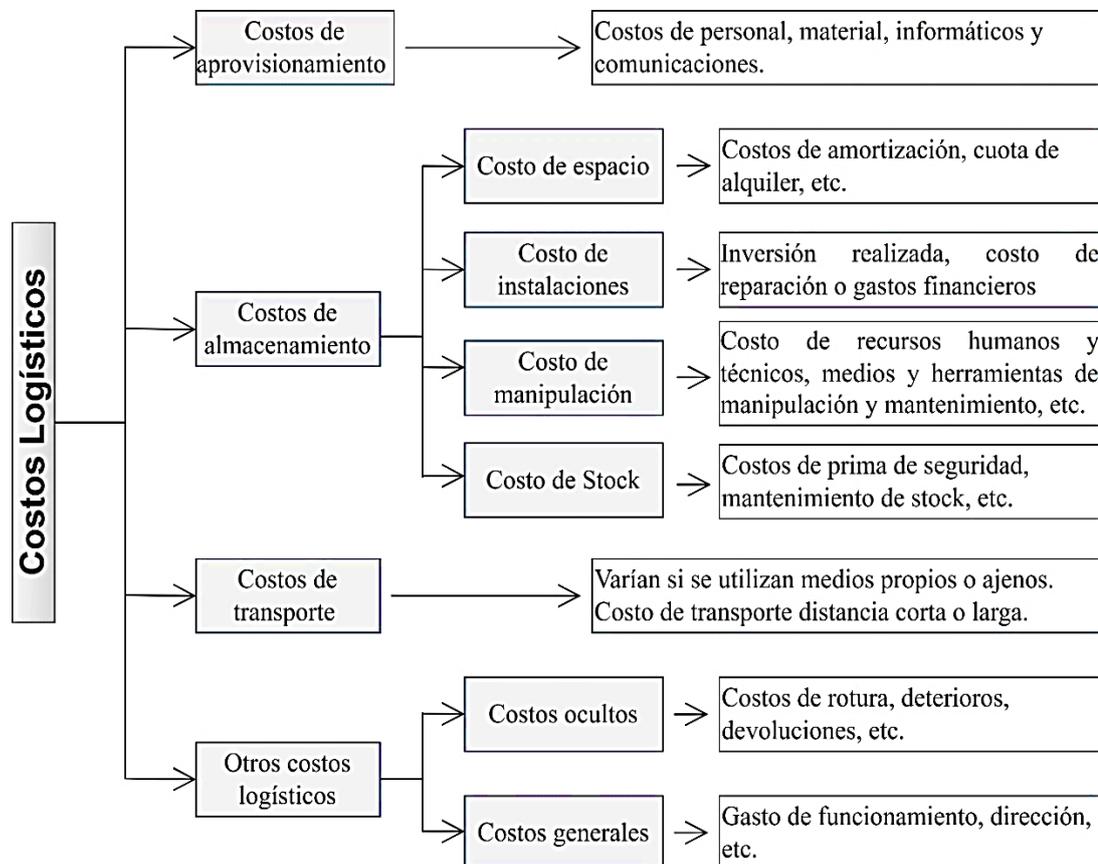


Figura 1. Costos logísticos [19].

1.3.3 Almacén

Es un espacio físico donde se depositan, guardan y aseguran los artículos, productos, materiales o materias primas por un tiempo previamente establecido para su posterior uso, distribución o venta, un buen almacén asegura que los materiales no se deterioren a través del tiempo [20].

Tipos de almacenes

Los almacenes tienen ciertas configuraciones y estructuras que los diferencian entre sí para cumplir a cabalidad sus objetivos, en la Tabla 1 se enlistan los principales tipos de almacenes y una breve descripción para cada uno de ellos [21]:

Tabla 1. Tipos de almacén [21]

TIPO DE ALMACÉN	
Almacén	Descripción
Según la estructura o construcción	<ul style="list-style-type: none">• Almacenes a cielo abierto.• Almacenes cubiertos.
Según la actividad de la empresa	<ul style="list-style-type: none">• Empresas comerciales: almacenes de mercaderías y, en algunos casos de envases o embalajes.• Empresa industrial: almacén de materias primas y auxiliares, almacén de materiales diversos y almacén de productos terminados.
Según la función logística	<ul style="list-style-type: none">• Plataformas logísticas o almacenes centrales.• Almacenes de tránsito o de consolidación.• Almacenes regionales o de zona y locales.
Según el grado de automatización	<ul style="list-style-type: none">• Almacenes convencionales.• Almacenes automatizados.• Almacenes automáticos.
Según la titularidad o propiedad	<ul style="list-style-type: none">• Almacén en propiedad.• Almacén en alquiler.• Almacén en régimen de leasing.

Gestión de almacén

Conjunto de actividades que tienen por finalidad el aseguramiento, conservación y manipulación de mercaderías o productos de una organización dentro de un lapso o periodo de tiempo para después abastecer tanto a clientes internos como externos [21].

Objetivos de la gestión de almacén

Enfocados a controlar y mejorar los aspectos relacionados con la gestión interna del almacén, asegurando las actividades y operaciones realizadas en la locación, impulsa un abastecimiento adecuado de las materias primas y recursos requeridos para la producción de una forma constante y equilibrada [21].

Entre los principales objetivos se tiene [21]:

- Agilizar las entregas controlando las existencias.
- Identificar las mercaderías disponibles en el almacén, las cantidades y las ubicaciones de cada una de ellas.
- Maximizar el espacio, disponer de un mayor número de mercaderías en un menor espacio, sin olvidar el resto de los principios del almacenamiento.
- Minimizar las operaciones de movimientos, tiempos y manutención de las mercaderías.

Principios básicos de almacenaje

Los principios básicos de almacenaje proporcionan directrices para el mejoramiento en la gestión de almacenes de las empresas, la aplicación de estos principios permite el cumplimiento de los objetivos globales y especialmente los procesos logísticos de las organizaciones [22].

En la Tabla 2 se describen los principios básicos de almacenaje.

Tabla 2. Principios básicos de almacenaje [22]

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ALMACENAJE	
Principio	Descripción
Maximizar el espacio	Considera la buena utilización de todo el espacio físico, busca mejorar e impulsar el uso del espacio cúbico de las instalaciones, se puede emplear estanterías.
Uso de la mejor unidad de carga	Enfocado a la agrupación en conjunto de varios ítems individuales que pertenecen a una misma familia o forman parte de un mismo género o grupo, mejorando el manejo, transporte y los movimientos de los materiales almacenados, se pueden emplear pallets o contenedores.
Minimizar los movimientos	Basado en reducir los movimientos y transportes, descongestionando el tránsito en los pasillos de las instalaciones, se puede emplear metodologías basadas en los índices consumo (ABC).
Controlar los movimientos y la ubicación	Consiste en coordinar y controlar los movimientos de los materiales, sectorizar, controlar el stock y el tipo de material, determinando el flujo y el acceso rápido a los materiales dentro de las instalaciones y evitando las ubicaciones vacías.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ALMACENAJE	
Principio	Descripción
Promover un lugar seguro	Promueve e impulsa un ambiente de trabajo en condiciones seguras, basándose en factores como: niveles de iluminación, equipo de protección personal, señalética, equipo de lucha contra incendios, temperatura de trabajo y ventilación dentro de las instalaciones.
Fácil control de existencias	Gestiona y controla los materiales existentes, evitando el aumento de los costos por mantenimiento de materiales obsoletos o caducos, elimina el tiempo de selección y búsqueda reduciendo los inventarios.

La ubicación y almacenamiento adecuado de las mercaderías garantiza una mayor rentabilidad del uso del espacio destinado al almacenaje, logrando que la ejecución de las actividades de colocación, disposición y extracción se desarrollen de forma fluida, asegurando que los productos almacenados se conserven de manera correcta [21].

Gestión de existencias

También denominada como gestión de stocks, incluye todas las actividades dedicadas a regular el flujo de materias primas o productos dentro de la empresa, siendo responsable de asegurar que los costos incurridos por mantener el inventario se mantengan al mínimo sin afectar el servicio a los clientes [23].

Los objetivos de la gestión de existencias se enfocan en [23]:

- Equiparar los tiempos de operaciones y transportes de las mercaderías hasta los clientes, buscando reducir hasta el mínimo valor aceptable.
- Almacenar la mínima cantidad de productos, ajustándose a los requerimientos del mercado y a los tiempos de transporte.
- Prevenir la rotura de la cadena de suministro con la finalidad de mantener el tránsito y la fluidez en el flujo de mercaderías hacia los clientes tanto internos como externos.
- Ofertar un trato y un servicio correcto a los clientes.

La gestión de existencias debe concentrarse en la ejecución y el cumplimiento de los objetivos mencionados, pues, ayudarán a tener un mejor nivel de servicio a un menor costo [23].

Para el éxito total de la gestión de existencias en las organizaciones es muy importante considerar siguientes parámetros:

- Las mercaderías o productos a ser almacenados.
- La cantidad que se debe almacenar para cada uno de ellos.
- El costo de almacenamiento.
- El tiempo de almacenamiento.

Almacenes 4.0

Combina tecnologías operativas y de fabricación avanzadas con tecnologías inteligentes que se integrarán en organizaciones, personas y activos, interconecta soluciones y software, conjuntamente con la robótica y la gestión de la interacción con las personas, que conecta soluciones automatizadas flexibles e inteligentes con capacidad de ampliación y de adaptación al cambio [24].

Se caracteriza por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, la tecnología cognitiva, la nanotecnología y el Internet de las cosas (IoT), por mencionar algunas [24].

Los avances en automatización y robótica han permitido a las empresas incorporar AGV en sus procesos de fabricación, los AGV (Automated Guided Vehicles) son vehículos autónomos cuyas ventajas se manifiestan en una mayor transparencia de los procesos, mayor productividad y menores costes, optimización de los recursos operativos y capacidad de adaptación a diferentes entornos y fiabilidad operativa. Se dispone de una amplia gama de AGV para el transporte de pequeñas cargas y contenedores y/o palés, desde el transporte más sencillo hasta soluciones de montaje complejas [24].

1.3.4 Sistema de almacenamiento

Conformado por el espacio físico, los procesos, los equipos y el personal a cargo de realizar las actividades de almacenamiento, en este sentido, el sistema de almacenamiento permite colocar un conjunto de mercancías, productos o materias primas en estructuras físicas, buscando la optimización y aprovechamiento del espacio disponible, almacenando productos de manera eficiente [25].

Funciones del sistema de almacenamiento

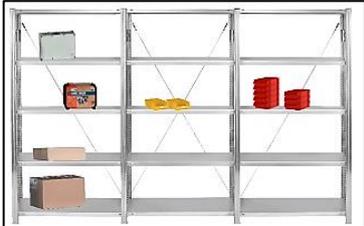
Las funciones del sistema de almacenamiento están sujetas al uso y a la optimización del espacio disponible, entre las principales funciones se tiene [25]:

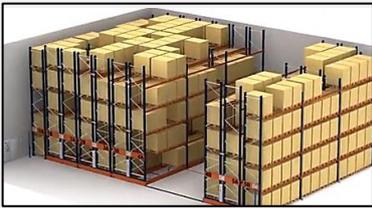
- Recepción de mercancías, productos o materias primas.
- Registro de todas las entradas y salidas del almacén.
- Almacenamiento de mercancías, productos o materias primas.
- Mantenimiento de las instalaciones y de los materiales almacenados.
- Despacho de mercancías, productos o materias primas.

Equipos de almacenamiento

Sea cual fuese el tipo de almacén que se la empresa utilice, existen diferentes sistemas, equipos e infraestructuras disponibles en función del tipo, tamaño y peso de las mercancías, productos o materias primas a almacenar, en la Tabla 3 se presentan los equipos de sistemas de almacenamiento [26].

Tabla 3. Tipos de sistema de almacenamiento [26]

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO		
Tipo	Detalle	Ilustración
Racks selectivos	Dispone de un sistema que permite regular la altura según las dimensiones de la unidad de carga, permitiendo soportar diferentes cargas, pesos y volúmenes, mejorando el acceso.	
Estanterías	Sistema sencillo, se basa en ubicar los materiales de forma directa en estantes facilitando el alcance del personal, empleados para materiales con cargas, pesos y volúmenes inferiores.	

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO		
Tipo	Detalle	Ilustración
Estanterías móviles	Las estanterías se articulan sobre bases mecánicas móviles en carriles sujetos al piso, permitiendo el movimiento de los estantes de una posición a otra, abriendo un espacio (pasillo) para acceder a los materiales.	
Drive In and Drive Through	El sistema incluye un montaje con racks compactos optimizando el espacio, el acceso a los materiales se lo realiza por los extremos con la ayuda de maquinaria específica como montacargas. Drive In emplea el método LIFO (Last In, First Out). Drive Through emplea el método FIFO (First In, First Out).	
Push back	El sistema emplea de dos a cuatro unidades de carga (pallets) de profundidad, se base en el movimiento de los pallets, una vez colocados, se empujan hacia la parte trasera, gracias a que posee sistema de rodillos y una prudente inclinación lo que permite que al remover un pallet el siguiente ocupe su posición, utiliza el método LIFO.	
Dinámicas	Sistema de estructura inclinada, el lugar por donde ingresan los materiales posee una inclinación, permitiendo un deslizamiento de los palletes hasta el otro extremo, utiliza el método FIFO.	
Entreplantas	Sistema de tipo estructura, que puede duplicar o triplicar su superficie utilizable, es montable y se adapta en cualquier lugar ayudándose con barandas, escaleras y puntos críticos de embarque y desembarque.	

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO		
Tipo	Detalle	Ilustración
Cantilever	Sistema destinado al almacenamiento de materiales con mayor peso y de grandes longitudes, está compuesto por una base, varias columnas y estanterías salientes, facilitando la colocación y retiro de los materiales.	

1.3.5 Análisis ABC

Es una herramienta de análisis y clasificación comúnmente utilizada para gestionar inventarios en centros de almacenamiento, tiene como objetivo optimizar y mejorar la organización y distribución interna de los productos, de tal forma que, dispone de los productos con mayor índice de rotación y frecuencia en zonas o lugares con mayor acceso y cercanía, con esto su recuperación es rápida y directa, se puede establecer tres categorías de productos: A (mayor importación o rotación), B (importancia secundaria) y C (poca importancia) [21].

Clase A

Las mercaderías clase A, conformada por el 20% de los artículos almacenados, pero su actividad es grande y representa el 80% de las salidas, se debe almacenar en la sección de alta rotación con la finalidad de tener mayor acceso y realizar entradas y salidas con un menor tiempo empleado [21].

Case B

Las mercaderías clase B, conformada por el 30% de los artículos en stock, generan el 15% de la actividad que se lleva a cabo dentro del almacén, se deben almacenar en una zona de media rotación, pues el número de salidas no es tan frecuente como las mercaderías clase A [21].

Clase C

Las mercaderías clase C, la componen el 50% de los productos, las actividades son muy pequeñas, es solamente el 5% del total, este tipo de artículos se almacenan en una zona de baja rotación, pues no se necesita de gran accesibilidad [21].

El método ABC, está destinado a las actividades de ventas de la empresa, la categorización de las mercaderías, determina el valor de los inventarios y el número de stock dentro de los almacenes, también sirve para interpretar los costos [27].

1.3.6 Distribución de instalaciones

Determina la disposición del espacio físico, la ubicación de los departamentos, grupos de trabajo, estaciones de trabajo y puntos de almacenamiento de material dentro de la instalación de producción, tiene como finalidad el ordenamiento de dichos elementos garantizando el flujo continuo de productos o trabajo [28].

Objetivos de la distribución de instalaciones

Busca proporcionar a las empresas de un ordenamiento lógico de las áreas de trabajo, con la finalidad de optimizar los recursos, Los objetivos de la distribución de instalaciones se detallan a continuación [29]:

- Eliminar la existencia de objetos que obstaculicen los pasillos y corredores, causantes de accidentes o lesiones, reduciendo el riesgo de accidentabilidad laboral e incrementando la seguridad del personal.
- Mejorar las condiciones lumínicas y ventilación de las instalaciones, buscando la comodidad del trabajador y evitando condiciones que pueden causar afecciones a los trabajadores.
- Incrementar la producción, reduciendo los tiempos improductivos y ociosos.
- Reducir los retrasos en la producción, equilibrando las operaciones, disminuyendo el recorrido de materiales, personas y maquinarias.
- Optimizar el espacio físico, mejorando la distribución de los maquinas, pasillos, lugares de almacenamiento, aprovechar el espacio cubico de las instalaciones.
- Limitar el manejo de materiales, al centrar las operaciones las distancias se

acortan.

- Maximizar la utilización de las maquinarias, mano de obra, materiales, equipos y/o servicios.
- Reducir el material en proceso, al contar con una secuencia de procesos lógico las distancias se reducen, los tiempos de procesamiento se optimizan, disminuyendo las demoras.
- Disminuir el tiempo de procesamiento, reduciendo las actividades que no le agregan valor al producto.
- Vigilancia y control fácil y efectivo, identificación rápida de anomalías en la línea de producción.
- Eliminar la confusión y la congestión de productos en proceso, los productos pasan por cada estación de manera ordenada.
- Flexibilidad en las operaciones.

Principios básicos de la distribución de instalaciones

Para que el desempeño de la planta sea óptimo y constante en el tiempo, la distribución de instalaciones debe estar ligada al cumplimiento de ciertos principios, los cuales se detallan en la Tabla 4 permitiendo la evaluación y la toma oportuna de decisiones [30].

Tabla 4. Principios básicos de la distribución de instalaciones [30]

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTLACIONES	
Principio	Descripción
Integración de conjunto	Funcionamiento integral de todos los recursos que constituyen el proceso productivo como un equipo único, hombres, materiales, maquinaria y cualquier otro factor.
Distancia mínima recorrida	Minimizar la distancia recorrida de los materiales, limitando los movimientos, la secuencia de operaciones debe ser consecutiva.
Flujo de materiales	El ordenamiento físico de los procesos debe ser secuenciales y el flujo de materiales debe cumplir el mismo recorrido donde se utilizan o se transforman los materiales.
Volumen ocupado	Hacer uso del espacio físico tanto horizontal como vertical, optimizado el uso de las instalaciones.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES	
Principio	Descripción
Satisfacción y seguridad	Proporcionar a los trabajadores de instalaciones seguras, precautelando su salud.
Flexibilidad	Capacidad de cambiar rápidamente respondiendo a las exigencias del mercado, que la empresa sea constante en el tiempo y que evolucione constantemente en tecnologías y procesos.

1.3.7 Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución (IPISI)

Es una metodología enfocada al diagnóstico logístico para el mejoramiento de almacenes y centros de distribución, se basa en la evaluación de fases de análisis como: infraestructura y áreas, procesos, inventarios, seguridad laboral y ocupacional e indicadores de desempeño, permitiendo desarrollar estrategias en conjunto para aumentar la productividad [31].

Fase 1. Infraestructura y áreas

La primera fase está enfocada a determinar las características infraestructurales de la locación, pues son de gran importancia e influencia para el correcto desarrollo de las operaciones logísticas internas como: búsqueda, selección, manipulación, preparación, despacho y transporte de los materiales, en esta fase se deben analizar y evaluar cinco aspectos [31]:

1. Calidad del suelo y pisos.
2. Andenes de carga y descarga.
3. Layout de las instalaciones.
4. Espacio de maniobras.
5. Distancia entre pasillos.

Estos aspectos sirven de referencia para una interpretación inicial y proporcionan información detallada de cómo se encuentran las instalaciones.

Fase 2. Procesos

La segunda fase está relacionada con los procesos internos de la empresa partiendo de la organización, control y registro de las operaciones logísticas internas y al correcto desarrollo, para ello el personal logístico debe tener documentado y estructurado todas las operaciones y actividades a ejecutarse y verificar el cumplimiento de las mismas con el fin de que los procesos se realicen de forma eficiente y eficaz [31].

Fase 3. Inventarios

La tercera fase está destinada a identificar y cuantificar de forma ordenada y clara todos los inventarios que la empresa tiene almacenados en la locación a espera de ser utilizados, tiene como finalidad disponer del material correcto, en las cantidades requeridas, en el tiempo justo y en lugar exacto al costo más bajo [31].

Fase 4. Seguridad laboral y ocupacional

La tercera fase se encarga de la identificación de los aspectos que representan un riesgo para el personal logístico, debido a que existen varios factores en el desarrollo de las actividades que pueden causar algún tipo de daño a la salud e integridad, es importante analizar si se cuenta con todas las garantías para que las actividades se desarrollen de forma segura contando con equipos de protección personal, la correcta señalética, el equipo de lucha contra incendios, los puntos de anclaje para trabajos en alturas y las herramientas y equipos que faciliten la realización de las operaciones [31].

Fase 5. Indicadores de desempeño

No se puede controlar lo que no se puede medir, la quinta fase está relacionada con una etapa de medición, evaluación y control, pues los indicadores de desempeño o KPI's son empleados para medir el rendimiento de un aspecto en específico y cuantificarlo, permitiendo una evaluación del desempeño y resultados de las operaciones de la gestión logística, todos los procesos u operaciones pueden ser medibles permitiendo su control [31].

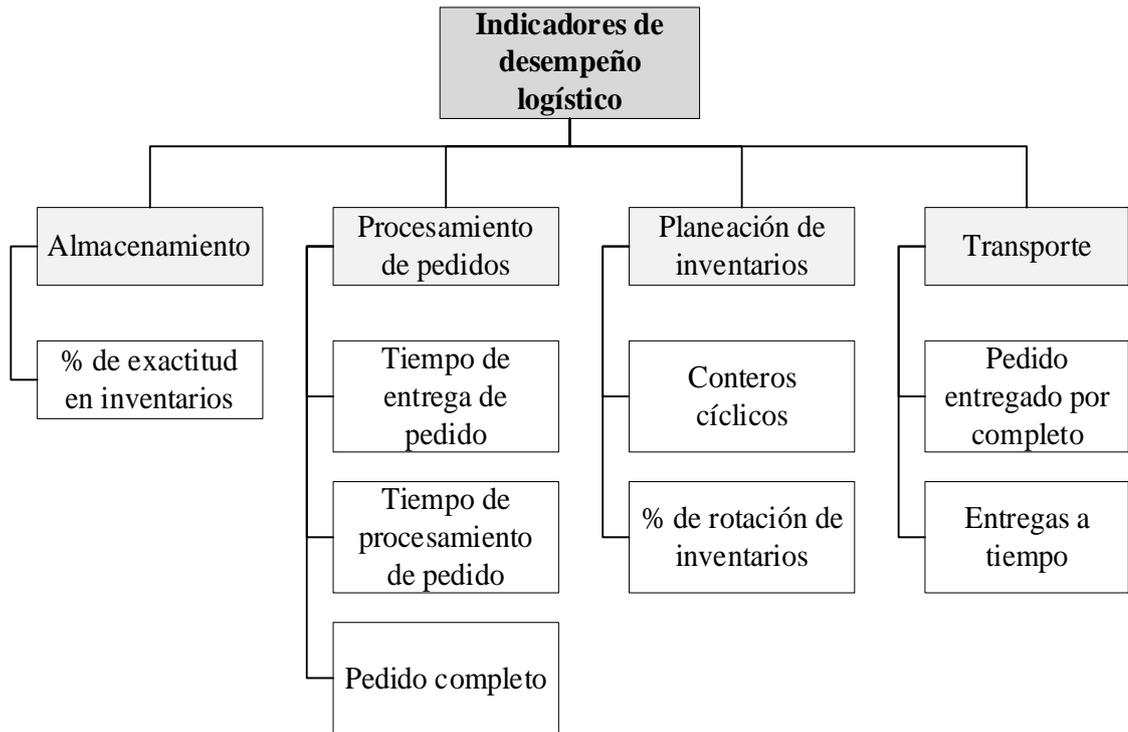


Figura 2. Indicadores de desempeño logístico [31].

1.3.8 Metodología preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA)

Diseñada para proporcionar directrices a los investigadores de revisiones sistemáticas bibliográficas a documentar de forma oportuna el motivo de las revisiones, plasmando las aportaciones de otros autores y que herramientas emplearon para solventar los hallazgos, ayuda con la identificación, selección, evaluación y síntesis de la documentación, se caracteriza por tener parámetros tales como: (i) preguntas de investigación, (ii) búsqueda documental, (iii) selección de documentos y (iv) extracción de datos [32], [33].

1.3.9 Método heurístico de asignación de ubicaciones

Radica en el manejo de pautas empíricas para dar solución a un parámetro predeterminado, consiste en la identificación, definición y presentación del problema, explorando estrategias viables, logrando estimar una solución para evaluar los efectos de las actividades [34].

El método busca asignar a un SKU en la mejor ubicación dentro las instalaciones en función de su nivel de rotación o criticidad, consiste en aplicar 3 pasos secuenciales, los pasos son [34]:

1. Clasificar todas las posiciones de menor a mayor.
2. Clasificar todos los SKU's de mayor a menor.
3. Asignar el SKU más alto a la siguiente posición más baja.

1.3.10 Estudio de tiempos y movimientos

Estudio de tiempos

En una técnica empleada para determinar y registrar la cantidad de tiempo y ritmos de trabajo que le toma a un operador calificado realizar una actividad o tarea preestablecida, basándose en un número de observaciones recomendadas y bajo una norma de rendimiento [35].

Observaciones necesarias

La exactitud del estudio de tiempos dependerá en gran medida del número de observaciones realizadas, para determinar este parámetro existen métodos estadísticos y convencionales, uno de los métodos más recurrentes para determinar este parámetro es la tabla propuesta por la General Electric, pues establece una base de observaciones en función del tiempo de ciclo en minutos de las actividades o tareas, en la Tabla 5 se muestra las consideraciones sugeridas [35].

Tabla 5. Observaciones necesarias - General Electric [35]

GENERAL ELECTRIC	
Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30

GENERAL ELECTRIC	
Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Suplementos

Es la amplitud o fracción del tiempo normal que se le asigna al operador con la finalidad de suplir y compensar ciertos eventos ajenos al desarrollo de una actividad como: demoras, tardanzas o algún otro evento que resuelve de la actividad [36].

En el Anexo 1 se muestra la tabla de Niebel para determinar los suplementos.

Valoración del ritmo de trabajo

Es una técnica empleada para determinar el tiempo requerido por un operador normal para desarrollar una tarea o actividad, se basa en comparar el ritmo real de un operador en relación al ritmo tipo que puede tener un operador, se denomina operador normal, aquel que está capacitado, adiestrado y experimentado que desarrolle sus actividades de forma normal [36].

En el Anexo 2 se muestra la tabla de valoración del ritmo de trabajo.

Tiempo estándar

Es el tiempo que le toma a un operador entrenado, capacitado y calificado realizar una actividad, ejecutando sus actividades de forma normal y a un esfuerzo promedio, considerando los suplementos que pudiera presentar un operador durante el desarrollo normal de las actividades [36].

Para determinar el tiempo estándar se utiliza la Ecuación (1).

$$T_s = T * F_d(1 + S) \quad (1)$$

Donde:

Ts: Tiempos estándar.

T: Tiempo promedio observado.

Fd: Factor de desempeño (valorización de ritmo de trabajo).

S: Suplementos.

Estudio de movimientos

Enfocado en el análisis minucioso de los distintos movimientos que un operador calificado realiza con su cuerpo al momento de efectuar una actividad o tarea preestablecida [37].

Cursogramas analíticos – diagramas de recorridos

Herramientas utilizadas para presentar gráficamente las trayectorias de las operaciones, procesos y actividades de forma secuencial mediante un diagrama empleando una simbología determinada, incluye información relacionado con las distancias recorridas, los tiempos empleados y los recursos necesarios para realizar las actividades [37].

Simbología	Descripción
	Operación. Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección. Comprobar la correcta ejecución de las operaciones en términos de cantidad y calidad
	Transporte. Indica movimientos de los colaboradores, materiales y equipos de un lugar a otro.
	Demora. Indica si existe tardanzas en la ejecución de las actividades.
	Almacenamiento. Indica la disposición temporal de un producto u objeto bajo vigilancia.

Figura 3. Simbología de procesos [37].

Los cursogramas analíticos y los diagramas de recorridos proporcionan información del proceso de forma secuencial, relacionando el desarrollo de las operaciones internas hasta culminar con la obtención del producto terminado, se usan frecuentemente para analizar procesos y tomar decisiones.

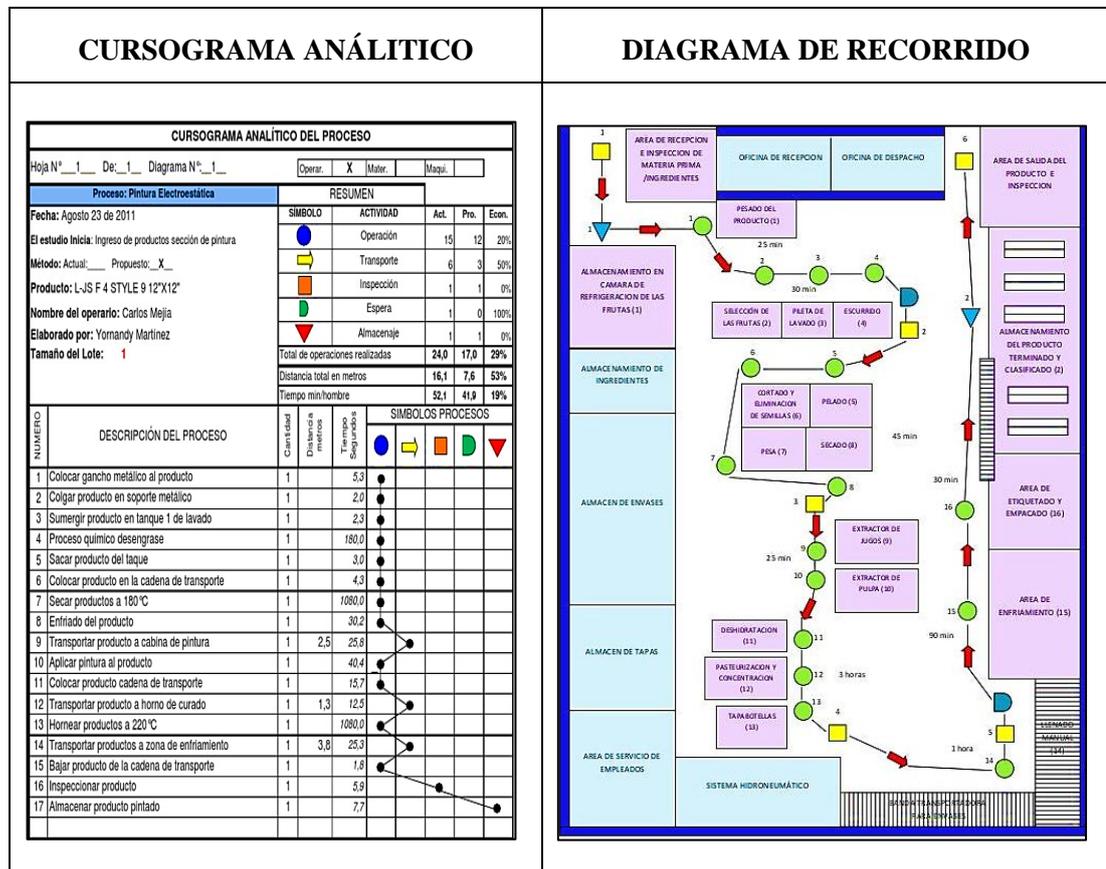


Figura 4. Ejemplos de cursograma analítico y diagrama de recorrido.

1.3.11 Software de simulación

Es una herramienta empleada para imitar un fenómeno real, utilizado para predecir el comportamiento de un sistema previo a la fabricación de un producto diseñado o puesta en marcha de un proceso, puede usarse para evaluar nuevos diseños, diagnosticar problemas con diseños existentes y probar sistemas en condiciones difíciles de reproducir, simula el comportamiento de los modelos a medida que evolucionan con el tiempo o cuando ocurren eventos, incluye herramientas de visualización, como pantallas de datos y animaciones 3D, para monitorear las simulaciones mientras se ejecutan.

El software de simulación permite analizar los resultados de forma gráfica y estadística, instaurando cambios en operaciones y procesos en producción, logística, manejo de materiales y servicio, permitiendo experimentar con ellos, la mayor ventaja radica en evitar los costos de implementación, riesgos y las iteraciones que consumen tiempos prolongados al experimentar [38], en la Tabla 5 se presentan varias versiones del software de simulación FlexSim a emplear.

Tabla 6. Software de simulación FlexSim

SOFTWARE DE SIMULACIÓN FLEXSIM	
Año	Aplicaciones
2018	Se puede invertir la dirección del transportador. Incluye una nueva herramienta para rastrear eventos importantes en una simulación, diagramas Sankey, mejoras en el módulo transportador, mejoras en la lista Mejoras en el flujo de proceso Mejoras en la visualización de las vistas Mejora en los gráficos de los resultados.
2019	Se puede probar el programa mediante una licencia express Visuales mejoradas de las personas Objeto de banco de ascensor Ajustes en la visualización de personas y herramientas Mejoras en el modelado de las operaciones Mejoras en la interfaz de usuario de rack Mejoras en el diagrama de Gantt Puntero a las variables rastreadas
2020	Mejoras en el módulo AGV para acoplar remolques y mejorar patios de transportes Ampliación de menús emergentes de la biblioteca 3D Nuevas formas de elementos de flujo Mejoras nuevas al perfilador de rendimiento y el Perfilador de memoria.

Una de las alternativas a emplear es el software en la versión 2019, por la factibilidad y el acceso al programa, además se pueden activar todas las funciones y utilizar todas las entidades sin restricciones y sin limitar el uso de herramientas gráficas 3D y objetos.

Software de simulación FlexSim 2019

Es un programa analítico que contribuye al diseño y operación de un sistema tridimensional de operaciones de manufactura y servicios al combinar datos estadísticos y temporales a través de distribuciones de probabilidad comprobadas. De uso inteligente, permite el desarrollo de varios escenarios de optimización y validación

de soluciones propuestas a discreción de la organización, además, FlexSim permite la integración de elementos 2D y 3D a escala empresarial, puede simular no solo elementos discretos, sino también admiten sistemas de simulación continua o modelos discretos continuos secuenciales [38].



Figura 5. Software de simulación FlexSim 2019.

Mediante el software de simulación FlexSim 2019, se pueden determinar las distancias empleadas por los operadores en base a los recorridos cotidianos para la realización de los procesos internos, permite trabajar en un entorno gráfico en tres dimensiones y diferentes escenarios y condiciones reales de las instalaciones, utilizando los últimos avances tecnológicos que facilitan la comunicación y comprensión de ideas para la toma de decisiones acertadas, a comparación de otros softwares como ProModel, el cual no posee un entorno gráfico amigable con el usuario, dificultando el modelado del proceso que se desee simular.

Objetos de FlexSim 2019

FlexSim posee diferentes recursos para desarrollar las simulaciones, entre los recursos se tiene [38]:

- **Queue:** Conocido como cola, opera como un buffer o un área específica para el almacenamiento.
- **Processor:** Simula la latencia o tiempo de procesamiento. Este objeto puede representar una máquina en una fábrica, un cajero que atiende a clientes en un banco, un cartero que recibe paquetes, tiempo de mantenimiento, etc. Todos

los objetos Flexsim pueden cambiar fácilmente su apariencia modificando sus gráficos 3D personalizados.

- **Flowitems:** Son objetos que se mueven en el modelo. Los elementos de flujo pueden representar productos, piezas, paletas, ensamblajes, papel, contenedores, llamadas telefónicas o cualquier cosa que se mueva durante el proceso que simulan.
- **Itemtype:** es la etiqueta que contienen todos los productos o elementos (flowitems) y puede representar el tipo de producto.
- **Ports:** Cada objeto FlexSim contiene una cantidad ilimitada de puertos llamados ports a través de los cuales se comunican con otros objetos
- **Triggers:** es el disparador que se dispara al ejecutar los eventos principales del objeto.

La simulación es una herramienta educativa para enseñar a los operadores y supervisores cómo debe comportarse el sistema. Las estrategias de gestión, gobierno, mantenimiento y operaciones pueden explorarse si aumenta la comprensión de las interacciones entre los procesos del sistema [38].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer una distribución de instalaciones para la mejora del sistema de almacenamiento en la bodega de materias primas de la empresa de Calzado Gamó's.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de las condiciones actuales de la bodega de materias primas y sus afectaciones en el sistema de almacenamiento.
- Definir un esquema de categorización de las materias primas en función de su criticidad y nivel de consumo.
- Aplicar los principios de almacenamiento y técnicas de distribución en la bodega de materia primas.
- Validar la distribución de instalaciones propuesta mediante el modelado y análisis de datos en un software de simulación de procesos industriales.

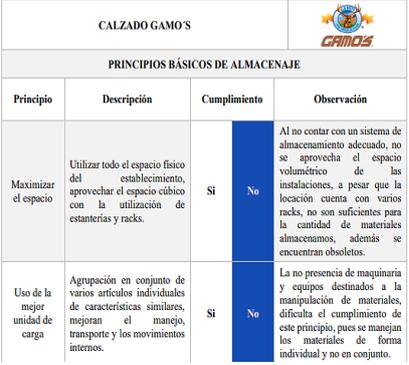
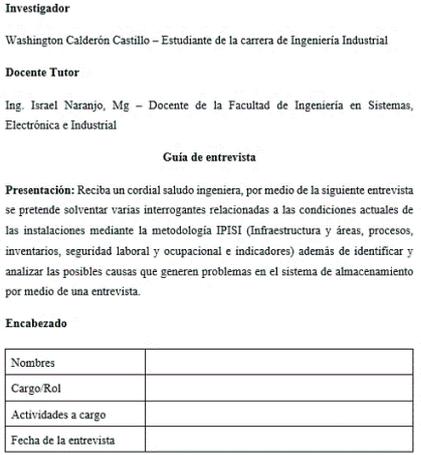
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la Tabla 7 se enlistan todos los materiales, formatos y herramientas tecnológicas a emplear para el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 7. Lista de materiales empleados en el proyecto de investigación

MATERIALES		
Material	Figura	Utilidad
Cámara fotográfica		Registrar y plasmar las evidencias de forma fotográfica, ayuda para el detalle y descripción de las instalaciones, materiales y equipos empleados en el desarrollo de las actividades en el lugar de estudio.
Filmadora		Registrar las actividades por medio de videos, ayuda con descripción y análisis detallado de las actividades realizadas.
Cronómetro		Equipo calificado para la toma de tiempos, destinado a la medición de los tiempos empleados para actividades de estudio.
Paquete de Microsoft Office 2019		Elaborar informes, realizar diseños, registrar información y analizar datos.

MATERIALES		
Material	Figura	Utilidad
AutoCAD 2022		Software destinado para la creación y elaboración de planos de las instalaciones.
FlexSim 2019		Software destinado para la simulación, comprobación y análisis de los datos de las distribuciones de las instalaciones.
Ficha de toma de tiempos		Formatos para registrar los tiempos que conllevan el desarrollo de las actividades.
Matriz de cumplimiento los principios de almacenamiento y técnicas de almacenamiento		Formato que contiene de forma detallada los principios de almacenamiento y técnicas de almacenamiento y sirve para verificar el cumplimiento de estos parámetros en las instalaciones.
Formato de entrevista		Formato que contiene ítems de forma ordenada empleado para la recopilación de información y análisis inicial de las instalaciones.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

El proyecto de investigación presenta una modalidad aplicada, pues consolida todos los fundamentos y conceptos teórico-prácticos adquiridos durante la vida universitaria, a través de un enfoque cualitativo y cuantitativo, permitiendo la identificación y el análisis de las causas generadoras de la problemática, brindando soluciones viables a las afectaciones encontrados en la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamo's,

Investigación Bibliográfica – Documental

La investigación bibliográfica - documental permite ampliar los conocimientos basándose en contribuciones científicas y culturales de varios autores relacionados con el tema propuesto, hace énfasis en la búsqueda de información relevante en investigaciones previas y de fuentes confiables, como: libros, artículos científicos, revistas indexadas, normativas vigentes en el país y páginas web confiables.

Investigación de Campo

La aplicación de la investigación campo tiene lugar en las instalaciones de la empresa, facilitando la obtención de información veraz, necesaria y oportuna, que permite reconocer los problemas relacionados con el almacenamiento, infraestructura y distribución de instalaciones vinculadas al desarrollo de los procesos logísticos.

Investigación Aplicada

Se enfoca en la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, en los módulos de diseño y organización de plantas, logística y cadena de abastecimiento, simulación y laboratorio e ingeniería de métodos, contrarrestando la problemática mediante el estudio y la consolidación de conocimientos, criterios y parámetros teórico-prácticos para la aplicación y ejecución de métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto de investigación.

Investigación Exploratoria

Este tipo de investigación permite la comprensión y el análisis de las causas primarias que originan los problemas, mediante la identificación de la situación actual del centro de almacenamiento a partir de la obtención de información real, siendo de gran interés para la empresa, pues ayuda a gestionar y organizar de una manera adecuada sus instalaciones, disminuyendo costos, tiempos, movimientos y optimizando recursos.

2.2.2 Población y muestra

Se considera como población para el estudio a todos aquellos trabajadores relacionados con el proceso logístico de almacenamiento (supervisores, bodegueros y personal de apoyo) dentro de la empresa de calzado Gamo's, la población se detalla en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8. Personal encargado del proceso logístico de la empresa de calzado Gamo's

POBLACIÓN Y MUESTRA		
Área	Personal	% de participación
Supervisión logística	1	33,33%
Bodega interna	1	33,33%
Apoyo	1	33,33%
Total	3	100%

Como se puede observar, el personal involucrado en el proceso logístico de almacenamiento se limita a 3 personas en total, por lo tanto, se puede establecer que para la investigación no es necesario el cálculo y determinación de una muestra, debido a que la población de estudio es inferior a 100 personas.

2.2.3 Recolección de la información

La recolección de la información se realiza dentro de los días laborables (lunes a viernes) y en los horarios de 8:00 am a 17:00 pm, con lo que respecta al lugar, la recolección se lleva a cabo tanto en la instalación donde se almacenan las materias primas (bodega) ubicada en la Av. Víctor Hugo y la calle Las tres Carabelas, como en

la matriz de la empresa (fábrica de producción) ubicada en la Av. Atahualpa y Pasaje Francisco Campos S/N.

Con la finalidad de una mejor comprensión sobre la recolección de información, a continuación, se detallan las siguientes actividades a desarrollarse a partir de los objetivos específicos.

Objetivo específico 1

Realizar un análisis de las condiciones actuales de la bodega de almacenamiento y sus afectaciones en el sistema de almacenamiento.

- Elaboración de un diagnóstico inicial de las instalaciones mediante la aplicación de la metodología IPISI (Anexo 3).
- Aplicación de una entrevista al jefe de operaciones logísticas de la empresa (Anexo 4).
- Identificación de los procesos y actividades que se desarrollan dentro de la bodega de materias primas.
- Descripción de los procesos y operaciones internas desarrollados en la locación, además de la ejecución de un estudio de tiempos y movimientos de los procesos que se desarrollan dentro de las instalaciones
- Determinación de las afectaciones del sistema de almacenamiento mediante herramientas de análisis de problemas 5M.
- Análisis de las causas que dan origen a la problemática en el sistema de almacenamiento de la empresa.
- Ejecución de un estudio de tiempos y movimientos de los procesos que se desarrollan dentro de las instalaciones.

Objetivo específico 2

Definir un esquema de categorización de las materias primas en función de su criticidad y nivel de consumo.

- Estimación de las ventas anuales de la empresa en base a los criterios del departamento de ventas.
- Categorización de los productos mediante el análisis ABC.

- Elaboración de una lista de materiales para los productos seleccionados dentro de la categoría A.
- Análisis del nivel de criticidad para las materias primas que se almacenan en la bodega de la empresa mediante la utilización de una matriz de criticidad.

Objetivo específico 3

Aplicar los principios de almacenamiento y técnicas de distribución en la bodega de materia primas.

- Investigación bibliográfica enfocada a las grandes bodegas y centros de almacenamiento mediante la aplicación de la metodología PRISMA, obteniendo una matriz de hallazgos y un análisis de los resultados.
- Elaboración de matrices de cumplimiento basados en los principios de almacenamiento, las técnicas de distribución y la normativa vigente en el país para la distribución actual y propuesta.
- Realización una sectorización, mapeo y dimensionamiento de la distribución de instalaciones actual.
- Elaboración del dimensionamiento de la propuesta mediante la utilización de los principios de almacenamiento, las técnicas de distribución y la normativa vigente en el país como base para el diseño de la nueva bodega.
- Diseño de la redistribución de instalaciones mediante la utilización del software AutoCAD.
- Aplicar un método heurístico para la asignación de ubicaciones de las materias primas almacenadas.

Objetivo específico 4

Validar la distribución de instalaciones propuesta mediante el modelado y análisis de datos en un software de simulación de procesos industriales.

- Elaboración de un mapeo de todas las materias primas que se almacenan dentro de la bodega de la empresa
- Modelación de los entornos gráficos de simulación para la distribución de instalaciones actual y propuesta.

- Simulación las distribuciones de instalaciones actual y propuesta de la bodega de materias primas de la empresa.
- Análisis y evaluación los datos obtenidos de la simulación.
- Enlistar los equipos, materiales y elementos para el manejo de materiales a emplear dentro de la bodega.
- Análisis de costos.

2.2.4 Procesamiento y análisis de los datos

El procesamiento y análisis de datos se realiza en función a los siguientes parámetros:

- Evaluar la información y datos recopilados mediante la observación directa a través de una lista de chequeo y la aplicación de una entrevista al personal logístico, descartando aquellos datos e información que presentan inconsistencias, incompletos, incorrectos y que no son relevantes para la investigación.
- Insertar y codificar la información documental en el software Microsoft Word, además evidenciar mediante fotografías, videos y completos la información recopilada que complementen la validez y veracidad de los datos.
- Desarrollar diagramas de flujo en el software Microsoft Visio o la herramienta digital Draw IO, relacionados con el desarrollo de las actividades, organigramas y demás información que requería la utilización de las herramientas descritas.
- Diseñar el layout actual de las instalaciones conforme a un mapeo de productos internos mediante el software AutoCAD 2022.
- Registrar los datos cuantitativos provenientes del estudio de tiempos y movimientos y el análisis ABC en el software Microsoft Excel, para el procesamiento de los datos estadísticos.
- Presentar la simulación de la distribución propuesta mediante el software FlexSim 2019, para evaluar el comportamiento de los datos en las distribuciones de la bodega (actual y propuesta).
- Analizar los resultados obtenidos mediante tablas comparativas entre la distribución actual vs la propuesta.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Datos generales de la empresa

Calzado Gamo's

Es una empresa ecuatoriana con más de 25 años de experiencia, dedicada a la fabricación de calzado de alta calidad y gran confort, destinados a la aventura, seguridad industrial, casual, urbano, escolar y deportivo para hombres, mujeres y niños, sus productos contienen materias primas de alta gama tanto nacionales como importados, convirtiéndola en una de las empresas líderes en la fabricación de zapatos y con un gran compromiso social en Tungurahua.

Información general

Historia

Calzado Gamo's es una empresa ambateña, dedicada a la producción de calzado como: seguridad industrial, bota militar, trekking, casual, urbano, deportivo e infantil.

La empresa nace en el año de 1990 a manos del señor Miguel Ángel Gutiérrez Pérez bajo el logotipo de un gamo o venado, el logo surge por la admiración y simpatía del fundador de la empresa por estos animales, pues considera que son sinónimo de belleza, velocidad, flexibilidad y espíritu natural.

En sus primeros años, la producción estaba destinada netamente a la fabricación de calzado deportivo para fútbol y microfútbol, a partir del año 1995 se adicionan tres nuevas líneas dentro de la fábrica como: seguridad industrial, bota militar y trekking para posterior agregar otras líneas dado el gran crecimiento del mercado nacional.

A lo largo de los años, la empresa ha ido mejorando e innovando sus procesos de producción cumpliendo con altos estándares de calidad para el mercado nacional e internacional.

De gran compromiso social, pues emplea mano de obra ecuatoriana, cuenta con procesos amigables con el ambiente y una gestión integral de manejo de residuos, con el fin de fabricar calzados de excepcional calidad y diseños acorde a las tendencias mundiales.

Misión

Innovamos, diseñamos, producimos y comercializamos calzado fabricado con tecnología de punta y la mejor materia prima del mundo, garantizando la satisfacción total de nuestros clientes.

Visión

Ser la empresa líder de producción de calzado en el mercado nacional y latinoamericano, llevando siempre un compromiso de calidad e innovación en nuestros productos, logrando que la fidelidad del cliente permanezca siempre a nuestra marca.

De igual forma, calzado Gamo's se alinea a ciertos valores corporativos y personales como: responsabilidad, compromiso, honestidad, disciplina, pro actividad, honradez, que fortalecen el cumplimiento de sus ideales empresariales.

Ubicación

Calzado Gamo's se encuentra ubicado en la Av. Atahualpa y Pasaje Francisco Campos S/N, en la Figura 6 se muestra la ubicación de la empresa mediante un paneo superior proporcionado por la aplicación Google Maps.

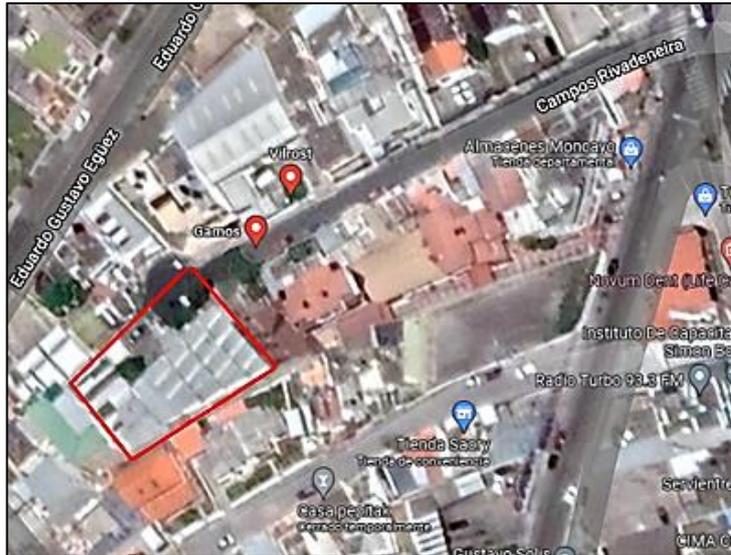


Figura 6. Ubicación de la planta de producción de la empresa de calzado Gamó's.

Organigrama estructural

La empresa cuenta con alrededor de 98 colaboradores repartidos en todas las áreas, los principales departamentos de la empresa se muestran en la Figura 7 a continuación:

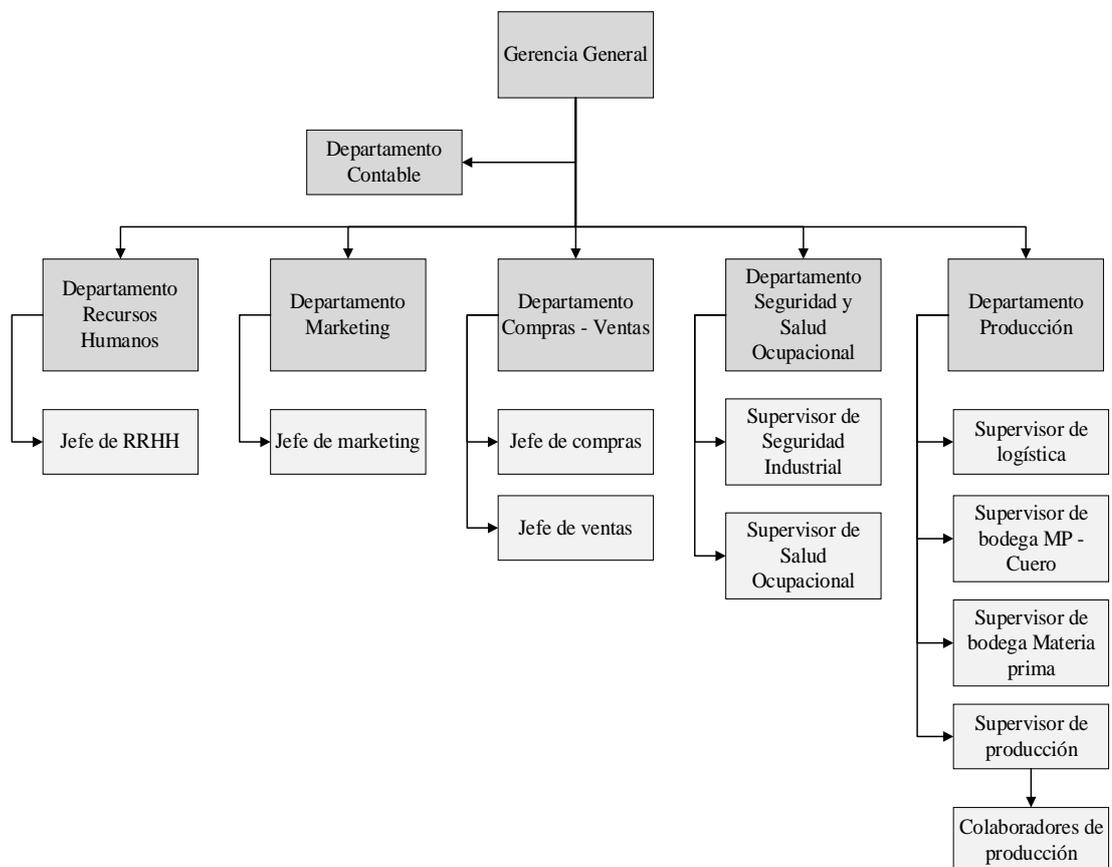


Figura 7. Organigrama estructura de la empresa de calzado Gamó's.

Productos

La empresa cuenta con tres líneas de productos diferentes, la primera línea se relaciona con los zapatos destinados a la seguridad industrial, la segunda hace relación a la fuerza del orden y la tercera esta direccionada a la elaboración de zapatos urbanos, casuales, deportivos, infantiles y de montaña, en la Tabla 9 se describen los productos ofertados.

Tabla 9. Productos ofertados por la empresa de calzado Gamo's

CALZADO GAMO'S		
Líneas de productos	Familia de productos	Figura
SEGURIDAD INDUSTRIAL	Trabajo	
	Dieléctricos	
	Hidrocarburos.	
FUERZA DEL ORDEN	Bota Táctica	

CALZADO GAMO'S		
Líneas de productos	Familia de productos	Figura
CALLE	Trekking	
	Casual	
	Urbano	
	Deportivo	
	Infantil	

Presenta 111 distintos modelos de zapatos en sus tres líneas de productos, siendo Trekking la familia de productos con más modelos sumando 46, seguido de seguridad industrial con 20, deportivos 11, bota táctica y zapato casual 10 modelos cada uno y finalmente zapato infantil y urbano tienen 8 modelos cada uno, cabe mencionar que la empresa está innovando constantemente nuevos modelos y esta incursionando en nuevas líneas de producción.

3.1.2 Diagnóstico de las condiciones actuales de la bodega de las materias primas de la empresa de calzado Gamó's

Se utiliza la metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución IPISI, la cual permite la identificación, recolección y análisis de: Infraestructura y áreas, Procesos, Inventarios, Seguridad Laboral e Indicadores mediante una lista de chequeo (Anexo 3) y se complementa la información a través de la aplicación de una entrevista (Anexo 4) al jefe de operaciones logísticas Israel Canchignia, sirviendo como punto referencial para conocimiento de las instalaciones.

Metodología IPISI

Fase 1. Infraestructura y áreas

Para la mantención y almacenamiento de las materias primas, la empresa subcontrata un almacén separado de la fábrica de producción denominada “Bodega de León”, está ubicada en la Av. Víctor Hugo y calle Las tres Carabelas en la ciudad de Ambato, la ubicación se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Ubicación de la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamó's.

En esta primera fase se describen las características del centro de almacenamiento y se abordan cinco aspectos fundamentales, siendo: calidad de piso y suelo, muelles de carga y descarga, layout, espacio de maniobra y distancia entre pasillos, los cuales ayudan a diagnosticar las condiciones infraestructuras y ciertas áreas críticas que tienen gran impacto en el desarrollo de los procesos internos.

Características del centro de almacenamiento

- Estructura o construcción: almacén cubierto.
- La actividad empresarial: almacén de materias primas y auxiliares, almacén de materiales diversos.
- Función logística: almacén central.
- Grado de automatización: almacén convencional.
- Titularidad y propiedad: almacén de alquiler.

Calidad del piso y suelo

El piso al interior de las instalaciones no se encuentra en óptimas condiciones, pues se evidencia desgaste, deterioro, grietas y aberturas, producto del poco mantenimiento, alta circulación del personal y antigüedad de las instalaciones, provocando atascamientos de las ruedas de los coches e impidiendo la circulación.



Figura 9. Calidad del piso y suelo.

En la entrevista realizada al jefe de operaciones logísticas de la empresa al ingeniero Israel Canchignia, la cual se muestra en el Anexo 4, quien menciona que, la calidad del piso no es acorde a las necesidades de la bodega, ya que la infraestructura es antigua y necesita remodelarse, además comenta que, la operatividad y movilidad interna de los coches es limitada por el mismo hecho que el piso tiene fallas, grietas, huecos, exceso de polvo, lo que dificulta el desarrollo de las actividades diarias.

Muelles de carga y descarga

La empresa cuenta con dos puertas de acceso que se emplean para el ingreso y despacho de las materias primas, los accesos se encuentran a nivel del piso, por tal motivo, la locación no cuenta con muelles de carga y descarga, dificultando los movimientos de embarque y desembarque, además no se utilizan elementos o equipos mecánicos que faciliten las operaciones.



Figura 10. Muelles de carga y descarga.

De acuerdo a la información recopilada por medio de la entrevista al jefe de operaciones logísticas menciona que, al no contar con muelles de carga y descarga se dificulta completamente la operatividad diaria en las instalaciones, sobre todo cuando se tiene el desembarque de contenedores y cargas de alto volumen.

El layout de las instalaciones

La empresa cuenta con dos bodegas destinadas al almacenamiento. La infraestructura consta de puertas independientes que funcionan para el ingreso y salida del personal,

además, son utilizadas para el embarque y desembarque de la materia prima, internamente están conectados por medio de un acceso que permite el movimiento a cualquiera de las locaciones, cada bodega posee una oficina, actualmente una de las oficinas es empleada para almacenar productos químicos, cuenta con ocho racks que se encuentran en malas condiciones, el techo de las bodegas está cubierto con planchas metálicas en condiciones no adecuadas que ponen en riesgo a los materias almacenados.

Las instalaciones cubren un área 868 m^2 , siendo las dimensiones longitudinales: 28 m de ancho y 31 m de largo, como se muestra en la Figura 11.

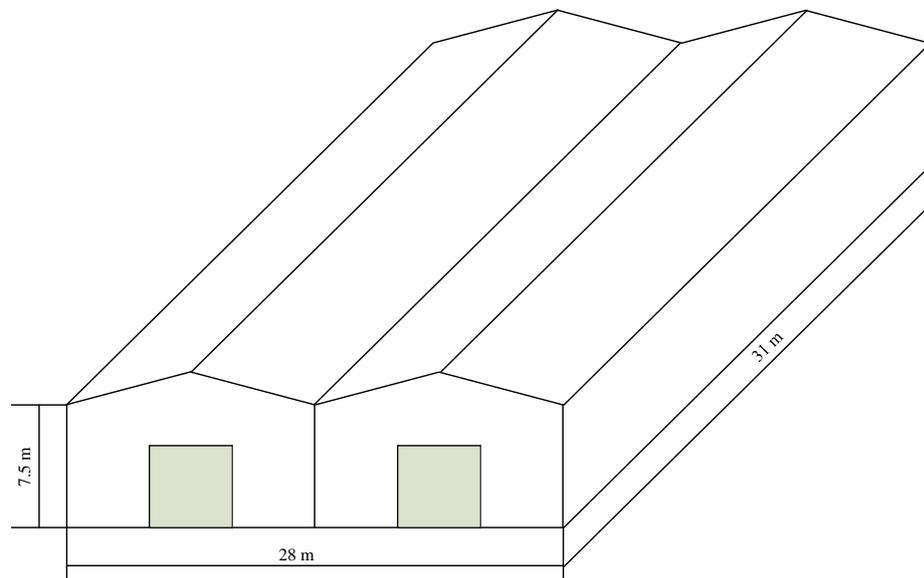


Figura 11. Infraestructura superficial de las instalaciones.

En lo que respecta a las dimensiones verticales, la altura máxima es de 8,5 m, la altura utilizable es de 7,5 m, obteniendo como volumen total de las instalaciones de 6.510 m^3 , en la Figura 12 se muestra la disposición de las puertas y las alturas de las instalaciones.

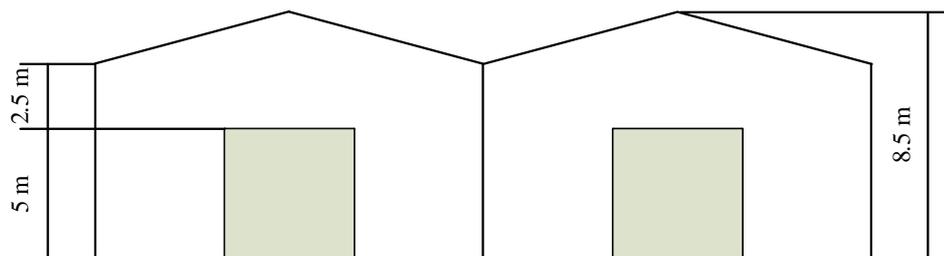


Figura 12. Vista vertical de las instalaciones.

A su vez, en la entrevista el jefe de operaciones logísticas alude que, las instalaciones actualmente son completamente limitadas y no abastecen a la capacidad y necesidades de la empresa, por tal motivo, es necesario renovar o adquirir nuevas instalaciones con racks e implementos que permitan mejorar el sistema de almacenamiento.

Espacios de maniobra

Los espacios de maniobra para los vehículos son limitados, pues, en las operaciones de embarque y desembarque los vehículos se ubican de forma paralela a los accesos, producto del poco espacio de maniobrabilidad, aumentando las distancias recorridas, los transportes y movimientos del personal, además del tiempo de ejecución de las actividades de carga y descarga de materiales.



Figura 13. Espacios de maniobra.

Con lo que respecta a este parámetro, el jefe de operaciones logísticas en la entrevista establece que, no se tiene un espacio de maniobra adecuado, por el hecho de no contar con muelles, un espacio físico apropiado y no tener una correcta distribución dentro del entorno.

Distancia entre pasillos

Debido al exceso de materias primas almacenadas, el poco espacio provocado por la falta de infraestructura y el almacenamiento desorganizado, la distancias entre pasillos se vuelve limitada, en ciertos lugares la distancia es inferior a un metro, impidiendo el acceso y recuperación de los materiales, dificultando el movimiento en las instalaciones, además no se cuenta con señalética horizontal adecuada.

Según el Decreto Ejecutivo 2393, Capítulo II: Edificios y Locales, en el Art. 24. Pasillos, inciso 2, menciona que: La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. No será menor a 800 milímetros, contándose está a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina, de igual forma, en el Capítulo V: Manipulación y Almacenamiento, en el Art. 129. Almacenamiento de Materiales, menciona que: los materiales deben ser almacenados de forma que no se interfiera con el funcionamiento de las máquinas u otros equipos, el paso libre en los pasillos, lugares de tránsito y el funcionamiento eficiente de los equipos contra incendios y la accesibilidad a los mismos [16].



Figura 14. Distancia entre pasillo.

De igual manera, el jefe de operaciones logísticas en la entrevista ratifica que, en la mayoría de sectores de la bodega la distancia entre pasillos no es la adecuada, ya que en algunos tramos si se puede movilizar y acceder a las materias primas tranquilamente, pero en otros puntos la movilidad es completamente limitada por no decir nula, existiendo lugares donde el espacio es reducido y la distancia entre pasillos es inferior a 1.000 milímetros (1 metro) lo cual dificulta las operaciones internas y provoca limitaciones en los procesos.

Fase 2. Procesos

Dentro de la planificación de la empresa, existe el proceso logístico de almacenamiento y mantención de materias primas, el cual garantiza la conservación de las materias primas en un ambiente seguro y adecuado, desde el momento que son receptadas hasta su despacho final.

Los procesos que se llevan a cabo dentro de la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamo's son:

- Recepción de materias primas.
- Almacenamiento de materias primas.
- Despacho de materias primas.

Las principales operaciones que se desarrollan para el cumplimiento de los procesos son: búsqueda, selección, manipulación, recuperación. verificación, transporte, control, preparación, embarque y desembarque.

Descripción de los procesos y operaciones internas

Proceso: Recepción de materias primas

El proceso consiste en receptar, desembarcar, almacenar, controlar y verificar que las materias primas adquiridas ingresen a las bodegas de almacenamiento, poniéndolas a buen recaudo para su mantención, en la Figura 15 se detalla el flujo de operaciones para el desarrollo y cumplimiento del proceso.

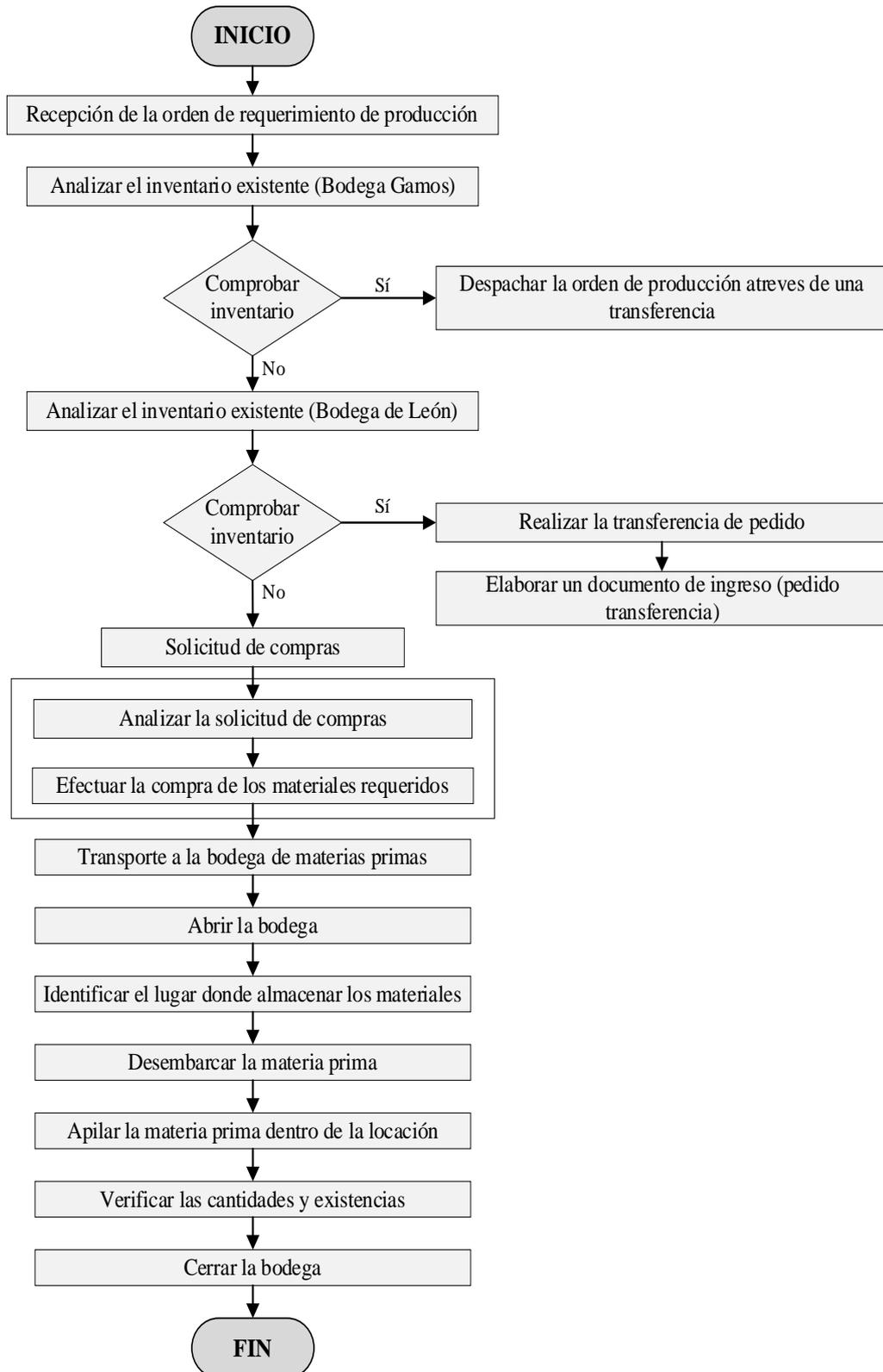


Figura 15. Proceso: Recepción de materias primas.

Las actividades que se desarrollan en el proceso de recepción de las materias primas se detallan en la Tabla 10, están relacionadas netamente con el desarrollo dentro de la locación, exceptuando las actividades del departamento de compras y de producción.

Tabla 10. Actividades del proceso: Recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S		
Actividad Operación	Descripción	Ilustración
Identificar el lugar	Los trabajadores identifican el lugar provisional donde se van a depositar las materias primas, por lo general, se depositan cerca de la entrada principal en la zona ZD-01.	
Desembarcar	Se descargan los materiales, ya sean cartones con suelas, plantillas, rollos con telas o pegamentos de forma manual, este proceso es repetitivo (de uno, en uno) hasta culminar con la descarga de todos los materiales.	
Almacenar y apilar	Los materiales son depositados en el lugar seleccionado inicialmente, en esta operación se van clasificando por cada familia de productos, colores o tallas, hasta terminar con el desembarque.	
Verificación y control	Al culminar con la descarga de los materiales, el personal logístico verifica y controla la cantidad y la calidad de los materiales receptados.	

Cursograma analítico actual del proceso: Recepción de materias primas

En la Figura 16 se muestra el cursograma analítico actual para el proceso de recepción de materias primas, donde se pueden evidenciar las operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamientos, para el análisis se considera una carga total de 100 unidades (70 paquetes de cartón y 30 rollos de telas), cabe recalcar que este proceso se lo realiza de forma manual en su totalidad.

 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS 									
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas	Descripción	Actual						
		Operación	1						
Subproceso	Recepción de materias primas	Transporte	2						
		Espera	0						
Máquina Herramientas	No se emplea (Trabajo 100% manual)	Inspección	2						
		Almacenamiento	1						
Número de lote	100	70 Paquetes 30 Rollos de tela							
		Distancia total recorrida (m)	1449,82						
Operario	Sebastian Villacís								
		Tiempo total recorrido (h:m:s)	3:28:36						
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones
									
A1 - Tomar la materia prima (caja/s) del camión	100	0	0:23:31	○					Manual
A2 - Moverse al punto de desembarque provisional seleccionado	100	709,91	1:00:55		○				Manual
A3 - Depositar la materia prima (caja)	100	10	0:46:34					○	Manual
A4 - Inspeccionar el contenido de las cajas individuales	100	0	0:21:36					○	
A5 - Moverse al punto de desembarque (al camión)	100	709,91	0:49:12		○				
A6 - Controlar y verificar toda la materia prima desembarcada	1	20	0:06:48					○	
TOTAL				1	2	0	2	1	

Figura 16. Cursograma analítico actual del proceso: Recepción de materias primas.

Para el proceso de recepción se observa, 1 proceso, 2 trasportes, 2 inspecciones y 1 almacenamiento en total, recordar que estas actividades se realizan para 100 unidades, obteniendo 200 transportes, 100 inspecciones, 100 almacenamientos en los puntos provisionales y una sola inspección general al final del proceso, teniendo una distancia recorrida total de 1.449,82 metros, en un tiempo de 3 horas 28 minutos y 36 segundos.

Estudio de tiempos actual del proceso: Recepción de materias primas

Con la finalidad de determinar los tiempos que le toma a un operador calificado desarrollar el proceso, se efectúa el estudio de tiempos en base a las actividades descritas en la Figura 16.

Selección del operario

Las actividades de desembarque son desarrolladas entre una o dos personas, para la realización del estudio, se ha seleccionado al operario que más tiempo lleva en el cargo y que mejor desempeña sus actividades, siendo el trabajador más calificado para el estudio.

Observaciones necesarias

El número de observaciones está bajo parámetros técnicos sugeridos por la General Electric como se muestra en la Tabla 5, pues, cuando el tiempo de ciclo se encuentre por encima de 40 minutos, se deben realizar 3 observaciones, la cual se ajusta a las necesidades del proceso.

Cálculo del desempeño

El valor asignado para el desempeño de los trabajadores es del 100%, pues son trabajadores capacitados, con conocimiento al desarrollar las actividades cotidianas, este valor está tomado del Anexo 2, pues presenta la escala de ponderación del ritmo de trabajo.

Suplementos

Se estima un suplemento individual para cada una de las actividades del proceso de recepción de materias primas, los mismos que son obtenidos en base a los parámetros de evaluación mencionados en el Anexo 1, en la Tabla 11 se presenta el cálculo de los suplementos para las actividades mencionadas en la Figura 16.

Tabla 11. Cálculo de suplementos del proceso: Recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S								
Operación:		Recepción de materias primas						
Persona:		Hombre			Estudio N°		01	
Suplemento	Denominación	Valor	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Constantes	Por necesidades personales	5	x	x	x	x	x	x
	Por fatiga	4	x	x	x	-	-	-
Variables	Por trabajar de pie	2	x	x	x	x	x	x
	Inclinado	2	x	x	x	x	-	x
	Uso de energía	13	x	x	x	-	-	-
	Al monótono	1	x	x	x	x	x	x
	Aburrido	2	-	-	-	-	-	x
TOTAL		29	27	27	27	10	8	12

Se calcula un suplemento individual para cada actividad, para las actividades A1, A2 y A3 se ha determinado un suplemento de 27, a la actividad A4 le corresponde un suplemento de 10, a la actividad A5 un suplemento de 8 y finalmente a la actividad A6 un suplemento de 12.

Los suplementos varían entre actividades, debido a que los trabajadores en ciertos tramos, emplean más energía y fuerza física para transportar cargas de forma manual.

Estudio de tiempos actual del proceso: Recepción de materias primas

En la Figura 17 se desarrolla el estudio de tiempos para el proceso de recepción en base a las actividades mencionadas con antelación, para el estudio se considera una carga total de 100 unidades.

 											
ESTUDIO DE TIEMPOS				Hoja N°		1					
				Estudio N°		1					
Proceso		Logístico de Almacenamiento de materias primas		Elaborado por		Washington Calderón Castillo					
Subproceso		Recepción de materias primas		Revisado por		Ing. Israel Naranjo					
Máquina		No se emplea (Trabajo 100% manual)		Aprobado por		Ing. Israel Naranjo					
Herramienta				Producto		Suelas - Plantillas - Telas					
Cantidad de lote		100	70 Paquetes	Fecha		13/5/2022					
			30 Rollos de tela	Hora inicio		10:00 a. m.					
Operario		Sebastian Villacís		Hora fin		13:30 p.m.					
				Tiempo transcurrido		3 horas, 28 minutos, 36 segundos					
ACTIVIDAD			TIEMPOS			Tiempo estándar (h:m:s)			T estándar (s)	Desviación estándar (s)	
			1	2	3	T prom.	Factor desempeño	Suplemento			T estándar
A1 - Tomar la materia prima (caja/s) del camión			0:10:00	0:07:47	0:37:47	0:18:31	100	27	0:23:31	1398,60	998,299
A2 - Moverse al punto de desembarque provisional seleccionado			0:33:20	0:29:27	1:21:07	0:47:58	100	27	1:00:55	3633,00	1730,356
A3 - Depositar la materia prima (caja/s)			0:31:07	0:25:00	0:53:53	0:36:40	100	27	0:46:34	2780,40	901,751
A4 - Inspeccionar el contenido de las cajas individuales			0:22:13	0:21:07	0:15:33	0:19:38	100	10	0:21:36	1326,60	219,515
A5 - Moverse al punto de desembarque (al camión)			0:33:20	0:27:47	1:15:33	0:45:33	100	8	0:49:12	3020,40	1568,123
A6 - Controlar y verificar toda la materia prima desembarcada			0:07:03	0:05:50	0:05:20	0:06:04	100	12	0:06:48	393,00	58,889

Figura 17. Estudio de tiempos actual del proceso: Recepción de materias primas.

El tiempo estimado para la ejecución del proceso es de 3 horas, 28 minutos y 36 segundos.

Diagrama de recorrido actual del proceso: Recepción de materias primas

Se considera una carga total de 100 unidades, los mismos que son transportados desde el punto P_0 (vehículo) hasta cada uno de los puntos P_i desde P_1 a P_{10} y son depositados, se almacenan 10 paquetes o 10 rollos de tela en cada uno de los puntos, una vez almacenados, se realiza una inspección de forma general a todas las unidades, en la Figura 18 se muestra el diagrama de recorrido actual del proceso.

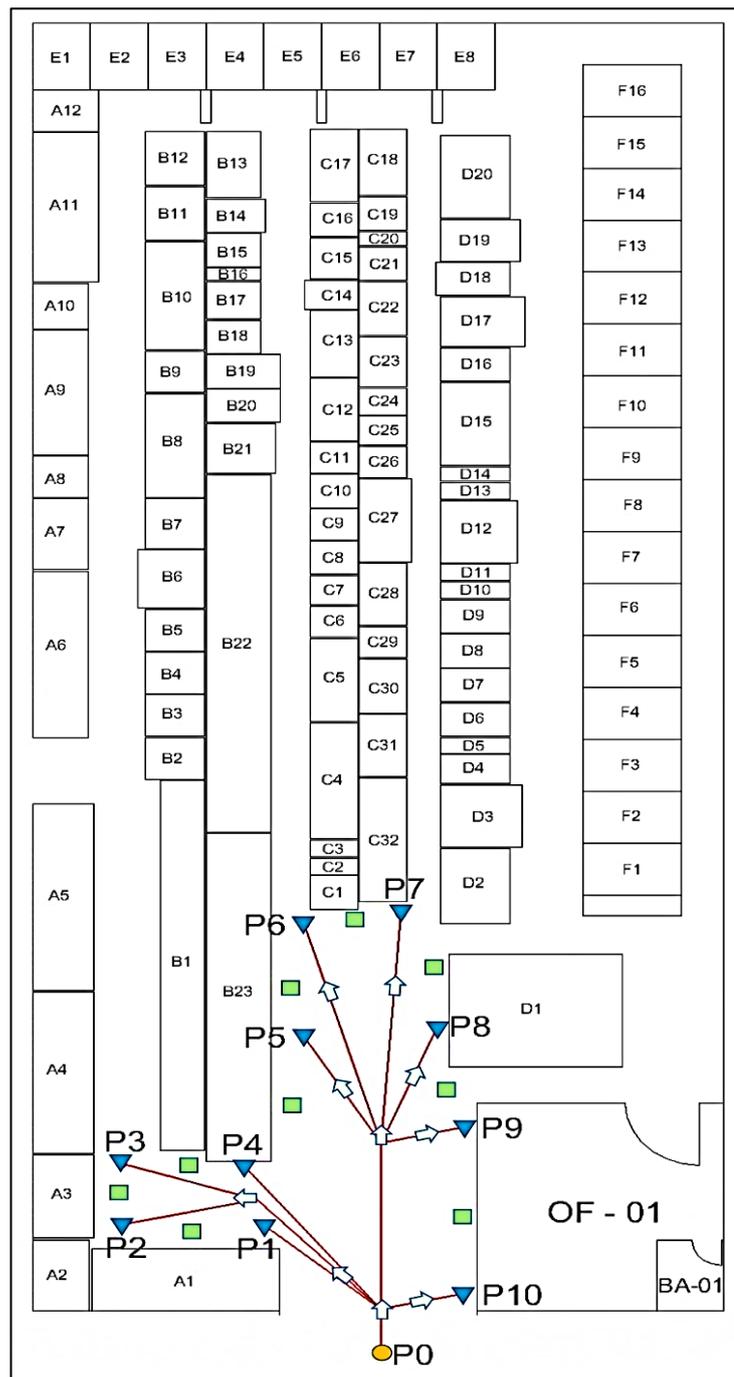


Figura 18. Diagrama de recorrido actual del proceso: Recepción de materias primas.

Análisis carga distancia actual del proceso: Recepción de materias primas

El análisis carga distancia actual está en función al diagrama de recorrido plasmado en la Figura 18, pues muestra los movimientos realizados por el trabajador para efectuar todas las operaciones necesarias para el desarrollo del proceso.

En la Tabla 12 se muestran los valores provenientes del análisis carga distancia, detallando los recorridos realizados desde que el operario toma el paquete (P_0) y lo deposita en cada uno de los puntos designados (P_i), determinando la distancia recorrida en milímetros y metros, se considera una carga de 100 unidades, se asignan 10 unidades en cada punto (P_i), el valor carga distancia se deriva de la multiplicación de la distancia recorrida por el número de cargas transportadas, finalmente, se obtiene el valor de la distancia total mediante la multiplicación del valor carga distancia por el número de desplazamientos realizados, en este caso son dos, ida y regreso al punto P_0 .

Tabla 12. Análisis carga distancia actual del proceso: Recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (unidad)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
P1 - P0	4.108	4,11	10	41,08	82,16
P2 - P0	7.458	7,46	10	74,58	149,16
P3 - P0	7.525	7,53	10	75,25	150,50
P4 - P0	5.427	5,43	10	54,27	108,54
P5 - P0	8.000	8,00	10	80,00	160,00
P6 - P0	10.500	10,50	10	105,00	210,00
P7 - P0	10.540	10,54	10	105,40	210,80
P8 - P0	8.024	8,02	10	80,24	160,48
P9 - P0	6.735	6,74	10	67,35	134,70
P10 - P0	2.674	2,67	10	26,74	53,48
TOTAL		70,99	100	709,91	1.419,82

Se obtiene una distancia recorrida en total de 1.419,82 metros para desembarcar una carga de 100 unidades.

Proceso: Almacenamiento de materias primas

Consiste en cuantificar, clasificar, transportar, acomodar, apilar y gestionar las nuevas materias primas que ingresaron a la bodega y almacenarlos en los lugares correspondientes para cada uno, su finalidad es almacenar de forma permanente las materias primas hasta que el departamento de producción requiera alguno de los productos, asegurándose que su mantención y conservación sea la adecuada, en la Figura 19 se detalla el flujo de operaciones para el desarrollo y cumplimiento del proceso.

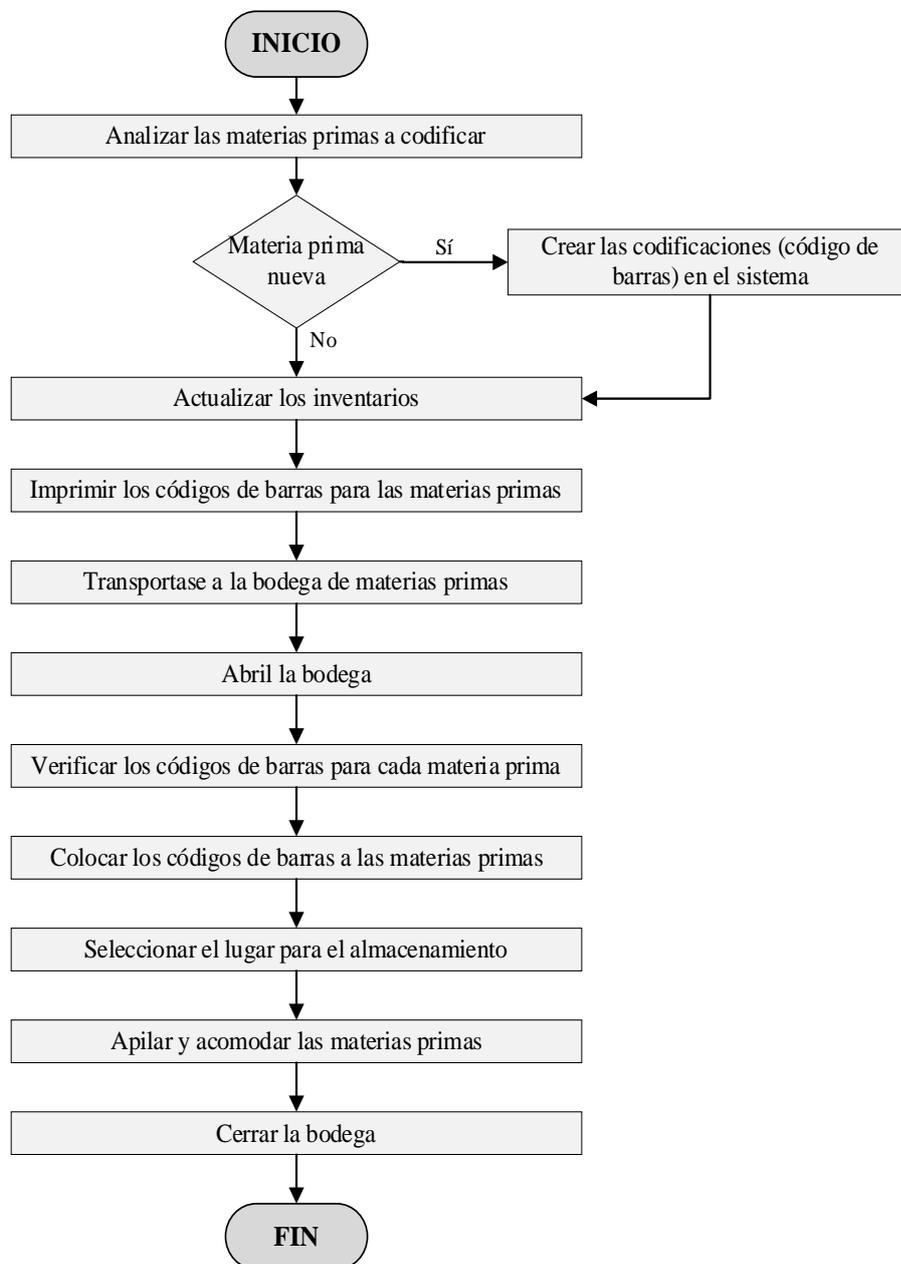


Figura 19. Proceso: Almacenamiento de materias primas.

Actividades del proceso: Almacenamiento de materias primas

Las actividades que se desarrollan en el proceso de almacenamiento de materias primas se detallan en la Tabla 13, dicho proceso se encarga de la mantención de las materias primas en buenas condiciones, es un trabajo arduo y constante, puesto que, siempre se están almacenando o cambiando de lugar las materias primas, las actividades están relacionadas netamente con el desarrollo dentro de la locación, exceptuando las actividades del departamento de compras y de producción.

Tabla 13. Actividades del proceso: Almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S		
Actividad	Descripción	Ilustración
Actualizar los inventarios	El personal logístico debe identificar si las adquisiciones se encuentran en la base de datos y actualizarlos o en caso de ser un nuevo material, se deben generar códigos y actualizar los inventarios.	
Imprimir códigos de barras	La empresa emplea códigos de barras para identificar los materiales, una vez actualizados los inventarios, el personal logístico imprime todos los códigos correspondientes a las materias primas.	
Colocar los códigos de barras	Una vez en la bodega, el personal logístico procede a colocar los códigos en cada una de las cajas, telas, fundas, baldes o barriles, verificando que, a cada materia prima le corresponda un código en específico.	

CALZADO GAMO'S		
Actividad	Descripción	Ilustración
Seleccionar el lugar a almacenar	Una vez todas las materias primas se encuentren codificadas, el personal selecciona el lugar para el almacenamiento permanente, en caso de ser un material existente, se posiciona en el lugar que usualmente ocupa, de ser un nuevo material, se deberá seleccionar un lugar donde exista espacio.	
Apilar y acomodar las materias primas	Una vez seleccionado el lugar, el personal transporta todas las materias primas, para esta actividad se usa un coche que permite transportar máximo 3 cajas o rollos, una vez en los puntos, se acomodan, apilan o mueven las materias primas para su almacenamiento permanente.	

Cursograma analítico actual del proceso: Almacenamiento de materias primas

En la Figura 20 se muestra el cursograma analítico actual para el proceso de almacenamiento, donde se evidencian las operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamientos, para el análisis de considera una carga total de 100 unidades, para este proceso se emplea un coche metálico que ayuda con el transporte de los paquetes y los rollos de tela, se pueden transportar como máximo 3 paquetes o 3 rollos de tela por cada viaje.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE CARABO		CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS - DESEMBARQUE		GAMOS						
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Descripción	Actual					
				Operación	2					
Subproceso	Almacenamiento de materias primas			Transporte	3					
				Espera	0					
Maquina Herramientas	Coche mecánico con ruedas (Transporte)			Inspección	1					
				Almacenamiento	1					
Número de lote	100	70 Paquetes 30 Rollos de tela		Distancia total recorrida (m)						
				2110,02						
Operario	Sebastian Villacís			Tiempo total recorrido (h:m:s)						
				9:41:24						
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones	
				●	➡	□	■	▼		
A1 - Colocar etiquetas a todas las cajas a almacenar	100	20	2:11:57	○						
A2 - Seleccionar el lugar donde se va a almacenar la materia prima	10	50	0:09:52						○	
A3 - Traer el coche del lugar de origen	1	20	0:01:04		○					
A4 - Colocar en el coche	40	1	0:17:01	○						
A5 - Moverse al lugar seleccionado	40	1004,51	1:55:48		○					Coche metálico
A6 - Descargar y acomodar las cajas con materia prima	40	10	4:03:10						○	
A7 - Moverse al lugar inicial (donde se encuentran las cajas)	40	1004,51	1:02:32		○					
TOTAL				2	3	0	1	1		

Figura 20. Cursograma analítico actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.

Se observan 2 procesos, 3 trasportes, 1 inspecciones y 1 almacenamiento permanente en total, de igual forma, estas actividades se aplican para las 100 unidades, bajo esta condición, se realizan 80 transporte en total, resultando en una distancia recorrida total de 2.110,02 metros, en un tiempo de 9 horas 41 minutos y 24 segundos.

Estudio de tiempos del proceso: Almacenamiento de materias primas

Para el proceso de almacenamiento de materias primas, se efectúa el estudio de tiempos en base a las actividades mencionadas en la Figura 20.

Selección del operario

Las actividades son desarrolladas por dos personas, de igual forma, se ha seleccionado al operario que más tiempo lleva en el cargo y que mejor desempeña sus actividades, siendo el trabajador más calificado para el estudio.

Observaciones necesarias

El número de observaciones está bajo parámetros técnicos sugeridos por la General Electric como se muestra en la Tabla 5.

Cálculo del desempeño

El valor asignado para el desempeño de los trabajadores es de 100%, como se muestra en el Anexo 2 donde se evidencia la escala de ponderación del ritmo de trabajo.

Suplementos

En la Tabla 14 se detallan los suplementos en función de los valores del Anexo 1.

Tabla 14. Cálculo de suplementos del proceso: Almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S									
Operación:		almacenamiento de materias primas							
Persona:		Hombre			Estudio N°			02	
Suplemento	Denominación	Valor	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Constantes	Por necesidades personales	5	x	x	x	x	x	x	x
	Por fatiga	4	x	x	x	x	x	x	x
Variables	Por trabajar de pie	2	x	x	x	x	x	x	x
	Inclinado	2	x	-	-	x	x	x	-
	Uso de energía	13	-	-	-	x	x	x	-
	Al monótono	1	x	-	-	x	x	-	-
	Aburrido	2	-	-	-	x	x	x	-
TOTAL		29	12	11	11	29	29	28	11

Se calcula un suplemento individual para cada actividad, para la actividad A1 el suplemento es de 12, para A2, A3 y A7 el suplemento es de 11, para A4 y A5 el suplemento es de 29 y finalmente para A6 de 28.

Estudio de tiempos actual del proceso: Almacenamiento de materias primas

En la Figura 21 se desarrolla el estudio de tiempos para el proceso de almacenamiento en base a las actividades mencionadas con antelación, para el estudio se considera una carga total de 100 unidades.

 ESTUDIO DE TIEMPOS 									
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Hoja N°	2				
Subproceso	Almacenamiento de materias primas			Estudio N°	2				
Máquina	Coche metálico con ruedas (Transporte)			Elaborado por	Washington Calderón Castillo				
Herramienta				Revisado por	Ing. Israel Naranjo				
Cantidad de lote	100	70 Paquetes 30 Rollos de tela		Aprobado por	Ing. Israel Naranjo				
Operario	Sebastian Villacís			Producto	Suelas - Plantillas - Telas				
				Fecha	20/5/2022				
				Hora inicio	8:00 a. m.				
				Hora fin	17:45 p.m.				
				Tiempo transcurrido	9 horas, 41 minutos, 25 segundos				
ACTIVIDAD	TIEMPOS			Tiempo esáandar (h:m:s)				T estándar (s)	Desviación estándar (s)
	1	2	3	T prom	Factor desempeño	Suplemento	T estándar		
A1 - Colocar etiquetas a todas las cajas a almacenar	2:06:40	1:39:27	2:01:07	1:55:44	100	14	2:11:57	7894,20	1957,593
A2 - Seleccionar el lugar donde se va a almacenar la materia	0:10:03	0:07:45	0:08:52	0:08:53	100	11	0:09:52	187,20	63,900
A3 - Traer el coche del lugar de origen	0:01:52	0:01:01	0:00:00	0:00:58	100	11	0:01:04	68,40	46,415
A4 - Colocar las cajas en el coche (3 o 4)	0:22:05	0:17:30	0:00:00	0:13:12	100	29	0:17:01	1020,60	696,300
A5 - Moverse al lugar seleccionado con la materia prima	0:18:20	0:39:52	3:31:07	1:29:46	100	29	1:55:48	6928,80	6366,320
A6 - Descargar y acomodar las cajas con materia prima	3:11:31	2:36:11	3:42:13	3:09:59	100	28	4:03:10	14586,00	1982,052
A7 - Moverse al lugar inicial (donde se encuentran las cajas)	0:16:15	0:30:33	2:02:13	0:56:21	100	11	1:02:32	3739,20	3451,962

Figura 21. Estudio de tiempos actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.

El tiempo estimado para el proceso es de 9 horas, 41 minutos y 25 segundos, para una carga total de 100 unidades.

Diagrama de recorrido actual del proceso: Almacenamiento de materias primas

Se considera una carga total de 100 unidades, las mismas que son almacenadas permanentemente en los puntos AT_i , el proceso se desarrolla mediante la utilización de un conche metálico que permite transportar como máximo 3 paquetes o 3 rollos de tela según sus características, las unidades son transportadas de la siguiente forma: del punto P_1 al punto AT_1 , del punto P_2 al punto AT_2 y así sucesivamente hasta terminar con el punto P_{10} al punto AT_{10} , se realizan 4 viajes por cada punto, es decir, 3 viajes con 3 unidades y 1 viaje con 1 unidad, los tres primeros puntos de almacenamiento son rollos de telas, el resto de puntos de almacenamiento son paquetes con suelas, plantillas, entre otros, en la Figura 22 se muestra el recorrido actual del proceso.

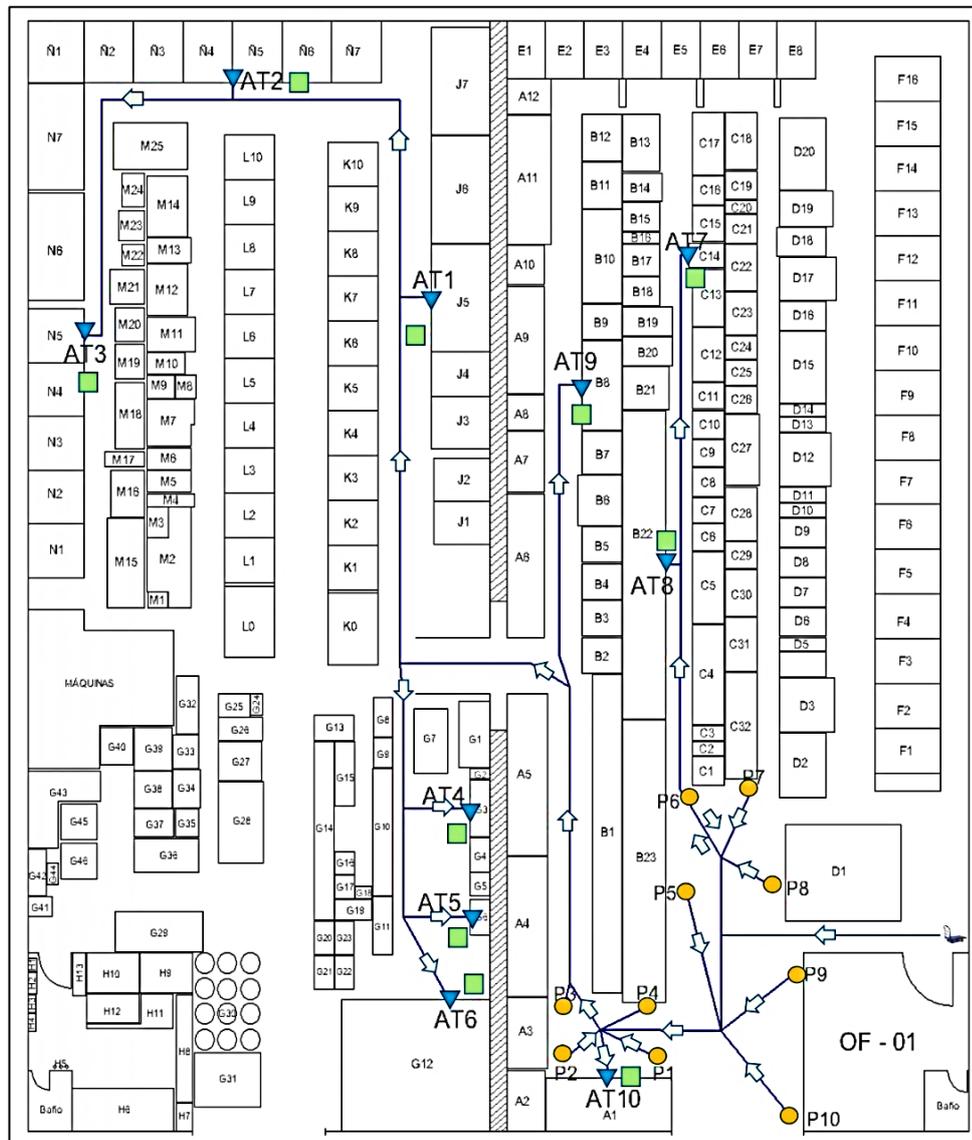


Figura 22. Diagrama de recorrido actual del proceso: Almacenamiento de materias primas.

Análisis carga distancia actual del proceso: Almacenamiento de materias primas

El análisis carga distancia actual para este proceso está en función al diagrama de recorrido mostrado en la Figura 22, pues muestra los movimientos realizados por el trabajador para realizar todas las operaciones necesarias.

En la Tabla 15 se muestran los valores provenientes del análisis carga distancia, evidenciándose los recorridos realizados desde que el operario toma un paquete o un rollo (P_1 al P_{10}), hasta que los almacena en los puntos designados (AT_1 al AT_{10}) respectivamente, determinando la distancia recorrida en milímetros y metros, se considera una carga de 100 unidades, los cálculos se obtienen al igual que en proceso de recepción de materias primas, a diferencia que para este proceso se emplea un coche para el transporte, finalmente se tiene la distancia total calculada mediante la multiplicación del valor carga distancia obtenido por el número de desplazamientos totales, en este caso dos, ida y regreso desde los puntos mencionados.

Tabla 15. Análisis carga distancia actual del proceso: Almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (unidad)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
AT1 - P1	28.374	28,37	4	113,50	226,99
AT2 - P2	38.467	38,47	4	153,87	307,74
AT3 - P3	45.455	45,46	4	181,82	363,64
AT4 - P4	22.608	22,61	4	90,43	180,86
AT5 - P5	25.648	25,65	4	102,59	205,18
AT6 - P6	26.276	26,28	4	105,10	210,21
AT7 - P7	19.542	19,54	4	78,17	156,34
AT8 - P8	11.077	11,08	4	44,31	88,62
AT9 - P9	25.428	25,43	4	101,71	203,42
AT10 - P10	8.252	8,25	4	33,01	66,02
TOTAL		251,13	40	1.004,51	2.009,02

Se obtiene una distancia recorrida en total de 2.009,02 metros para almacenar permanentemente una carga de 100 unidades.

Proceso: Despacho de materias primas

Consiste en buscar, seleccionar, manipular, recuperar, transportar y despachar las materias primas requeridas por parte del departamento de producción, en las cantidades acordadas y en un tiempo establecido, en la Figura 23 se detalla el flujo de operaciones para el desarrollo y cumplimiento de este proceso.

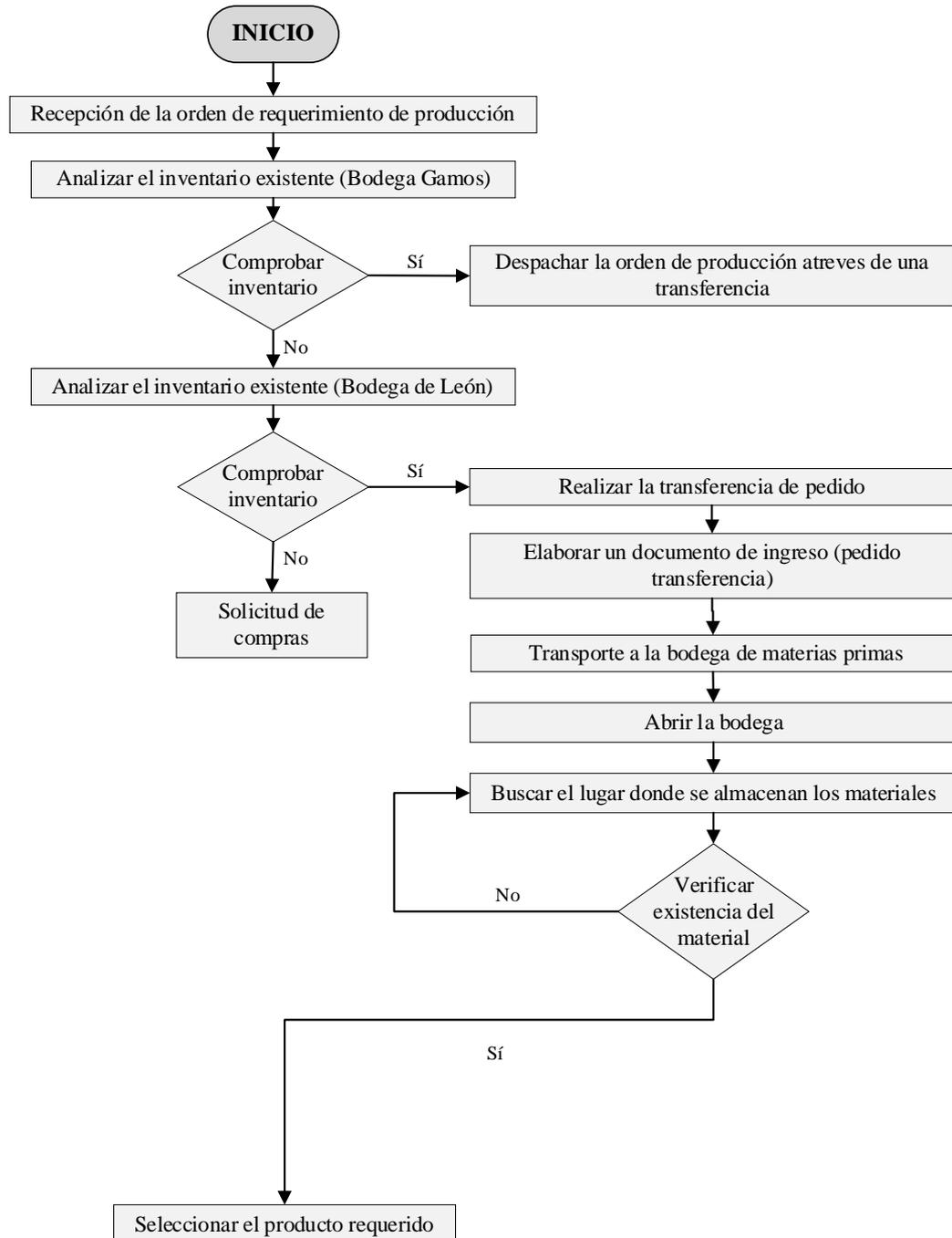


Figura 23. Proceso: Despacho de materias primas (parte 1).

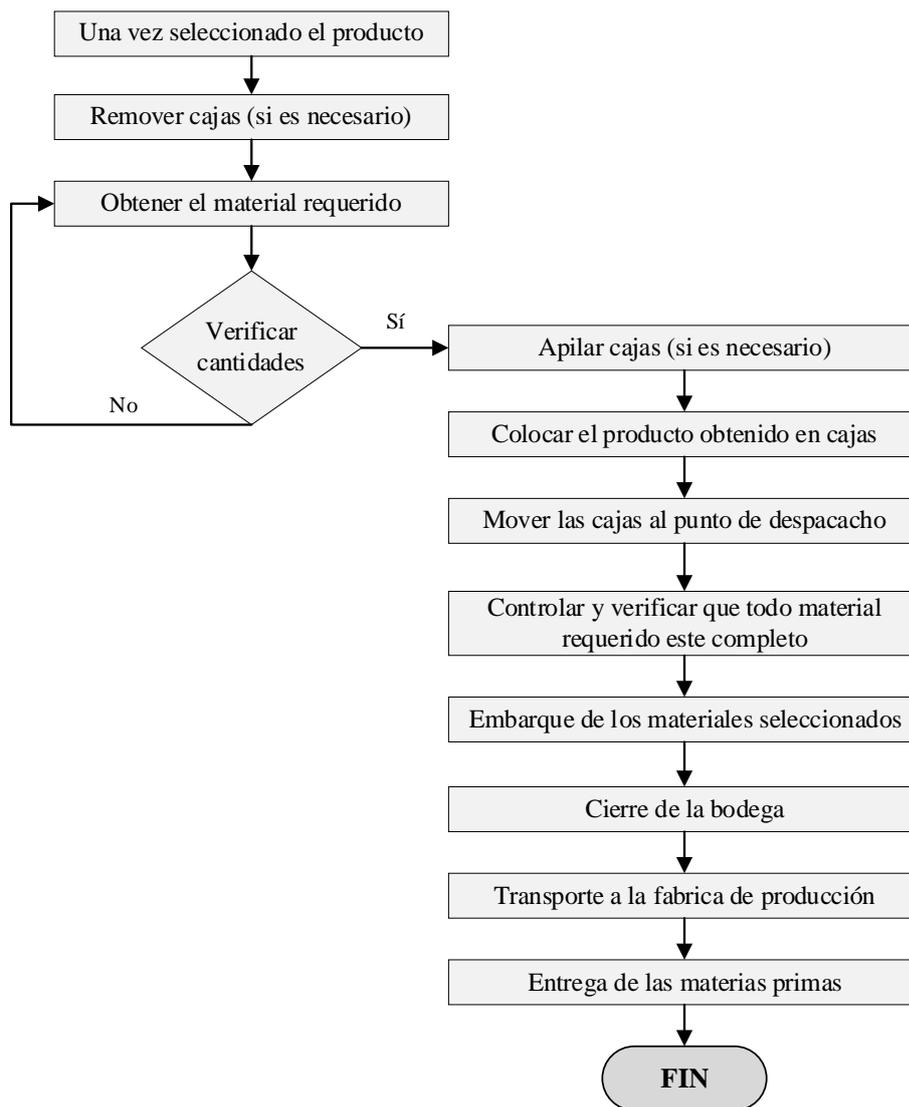


Figura 24. Proceso: Despacho de materias primas (parte 2).

Actividades del proceso: Despacho de materias primas

Las actividades desarrolladas en el proceso de despacho de las materias primas se detallan en la Tabla 16, el proceso se encarga de gestionar las materias primas y enviar las cantidades requeridas por el departamento de producción en un tiempo predeterminado.

Tabla 16. Actividades del proceso: Despacho de materias primas

CALZADO GAMO'S		
Actividad	Descripción	Ilustración
<p>Buscar el lugar donde se almacenan las materias primas requeridas</p>	<p>Los trabajadores deben buscar el lugar donde posiblemente se encuentren almacenados el/los material/es requerido/s, esto se debe a que existe un ligero desconocimiento de los lugares de almacenamiento y la falta de un mapeo de productos.</p>	
<p>Verificar la existencia de la materia prima</p>	<p>Una vez en el posible lugar de almacenamiento, se verifica si existe físicamente los materiales requeridos, en caso de no ser el caso se debe buscar nuevamente el lugar.</p>	
<p>Seleccionar la materia prima requerida</p>	<p>Cuando se haya verificado la existencia del material, el personal selecciona los productos requeridos, en ciertas ocasiones los trabajadores deben remover cajas que están por encima del material seleccionado con el fin de acceder a las materias primas requeridas.</p>	

Actividad	Descripción	Ilustración
<p>Obtener la materia prima requerida</p>	<p>Después de remover las cajas y acceder hasta la caja que contiene el producto requerido, los trabajadores empiezan a manipular, obtener y recuperar los materiales requeridos.</p>	
<p>Colocar las materias primas en cajas</p>	<p>Una vez obtenidos todos los materiales, se colocan en cajas, esto para facilitar el transporte, terminada las actividades, las cajas removidas se apilan nuevamente.</p>	
<p>Moverse al punto de despacho</p>	<p>Todos los materiales obtenidos son transportados hasta el punto de despacho para su control y posterior embarque.</p>	

CALZADO GAMO'S		
Actividad	Descripción	Ilustración
Controlar y verificar que todo concuerde	Se controlan y verifican que los materiales sean los correctos tanto en las cantidades como en tallas y en caso de faltar algún material se procede a completar el pedido.	
Embarcar los materiales	Cuando todo este correcto, se embarcan todos los materiales al camión de la empresa para ser transportados a la planta de producción.	

Cursograma analítico actual del proceso: Despacho de materias primas

En la Figura 25 se muestra el cursograma analítico actual para el proceso de despacho, para el análisis de considera una carga total de 18 unidades, sean paquetes, rollos de telas, cremas, cordones, ojalillos, marcas, pegas, entre otros, pues las unidades a ser despachas son variadas.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS - DESEMBARQUE								
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Descripción		Actual				
				Operación		9				
Subproceso	Despacho de materias primas			Transporte		4				
				Espera		0				
Maquina Herramientas	Coche mecánico con ruedas (Transporte) - Escalera metálica			Inspección		2				
				Almacenamiento		1				
Cantidad de lote	18		Ítems							
	Distancia total recorrida (m)					1194,58				
Operario	Sebastian Villacís									
				Tiempo total recorrido (h:m:s)				8:34:08		
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones	
										
A1 - Buscar el lugar donde se almacena el material	18	556,79	1:04:23							
A2 - Observar si e material es accesible	18	0	0:52:20							
A3 - Traer la escalera al lugar seleccionado	18	20	0:17:04							Escalera
A4 - Subir a la escale	18	0	0:08:28							Escalera
A5 - Verificar la existencia del material	18	0	0:33:08							
A6 - Remover las cajas hasta acceder al material requerido	18	5	1:48:28							
A7 - Abrir la/s caja/s seleccionada/s y obtener el material	18	0	0:32:24							
A8 - Colocar (lanzar) el material seleccionado en el suelo	18	0	0:26:55							
A9 - Bajar de la escalera	18	0	0:08:03							
A10 - Verificar que las cantidades de materia prima sean las requeridas	18	0	0:43:59							
A11 - Colocar la materia prima seleccionada en cajas	18	0	0:05:36							
A12 - Traer el coche	18	20	0:12:40							Coche mecánico
A13 - Colocar las cajas en el coche	18	0	0:12:59							Coche mecánico
A14 - Mover al punto de embarque	18	556,79	0:36:27							
A15 - Bajar cajas del coche	18	0	0:12:37							
A16 - Embarcar la materia prima	1	36	0:38:37							Manual
TOTAL				9	4	0	2	1		

Figura 25. Cursograma analítico del proceso: Despacho de materias primas.

Se observan 9 procesos, 4 trasportes, 2 inspecciones y 1 almacenamiento en total, estas actividades se replican para los 18 diferentes artículos, realizándose 36 trasportes y un transporte final de embarque, resultando en una distancia recorrida total de 1.194,58 metros en un tiempo de 8 horas 34 minutos y 08 segundos.

Estudio de tiempos actual del proceso: Despacho de materias primas

Para el proceso de despacho de materias primas, se efectúa el estudio de tiempos en base a las actividades detalladas en la Figura 25.

Observaciones necesarias

El número de observaciones para el estudio está bajo parámetros técnicos sugeridos por la General Electric, como se muestra en la Tabla 5.

Cálculo del desempeño

El valor asignado para el desempeño de los trabajadores es del 100% en base a los parámetros del Anexo 2, pues presenta la escala de ponderación del ritmo de trabajo.

Suplementos

En la Tabla 17 se detallan los suplementos en función de los valores del Anexo 1.

Tabla 17. Cálculo de suplementos del proceso: Despacho de materias primas

CALZADO GAMO'S											
Operación:		Despacho de materias primas									
Persona:		Hombre					Estudio N°			03	
Suplemento	Denominación	Valor	A1 – A5	A6	A7 – A8	A9	A10 – A11	A12	A13	A14	A15 – A16
Constantes	Por necesidades personales	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Por fatiga	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Variables	Por trabajar de pie	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inclinado	2	-	x	x	-	x	-	x	x	x
	Uso de energía	13	-	x	-	-	-	-	x	x	x
	Al monótono	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aburrido	2	-	x	-	-	-	-	x	-	x
TOTAL		29	11	28	13	11	13	11	28	26	28

Se calcula un suplemento individual para cada actividad, para las actividades A1, A5, A9 y A12 se considera un suplemento de 11, para A6, A13, A15 y A16 el suplemento es de 28, para A7, A8, A10 y A11 el suplemento es de 13 y finalmente para A14 de 26.

Estudio de tiempos actual del proceso: Despacho de materias primas

En la Figura 26 se desarrolla el estudio de tiempos para el proceso de despacho en base a las actividades mencionadas con antelación.

ESTUDIO DE TIEMPOS										
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Hoja N°	3					
	Subproceso	Despacho de materias primas			Estudio N°	3				
Máquina Herramienta		No se emplea (Trabajo 100% manual)			Elaborado por	Washington Calderón Castillo				
	Cantidad de lote	18	ítems	Operario	Sebastian Villacés			Revisado por	Ing. Israel Naranjo	
Aprobado por					Ing. Israel Naranjo					
Operario	Sebastian Villacés			Producto	Suelas - Plantillas - Telas					
				Fecha	27/5/2022					
				Hora inicio	8:00 a. m.					
				Hora fin	16:35 p.m.					
				Tiempo transcurrido	8 horas, 34 minutos, 08 segundos					
ACTIVIDAD	TIEMPOS			Tiempo estándar (h:m:s)				T estándar (s)	Desviación estándar (s)	
	1	2	3	T prom,	Factor desempeño	Suplemento	T estándar			
A1 - Buscar el lugar donde se almacena el material	1:50:00	0:23:33	0:40:27	0:58:00	100	11	1:04:23	3853,80	2756,185	
A2 - Observar si el material es accesible	1:07:13	0:40:33	0:33:40	0:47:09	100	11	0:52:20	3132,00	1068,825	
A3 - Traer la escalera al lugar seleccionado	0:28:40	0:00:00	0:17:27	0:15:22	100	11	0:17:04	1022,40	858,612	
A4 - Subir a la escalera	0:13:40	0:00:00	0:09:13	0:07:38	100	11	0:08:28	496,80	410,719	
A5 - Verificar la existencia del material	0:35:20	0:24:13	0:30:00	0:29:51	100	11	0:33:08	1984,80	332,303	
A6 - Remover las cajas hasta acceder al material requerido	1:52:40	1:07:27	1:14:07	1:24:44	100	28	1:48:28	6496,80	1459,893	
A7 - Abrir la/s caja/s seleccionada/s y obtener el material	0:50:33	0:35:27	0:00:00	0:28:40	100	13	0:32:24	1934,40	1549,946	
A8 - Colocar (lanzar) la materia prima seleccionada en el suelo	0:17:00	0:20:33	0:33:53	0:23:49	100	13	0:26:55	1593,00	524,540	
A9 - Bajar de la escalera	0:12:33	0:00:00	0:09:13	0:07:16	100	11	0:08:03	481,80	383,895	
A10 - Verificar que las cantidades de materia prima sean las	0:40:33	0:28:07	0:48:07	0:38:56	100	13	0:43:59	2615,40	605,086	
A11 - Colocar la materia prima seleccionada en cajas	0:14:53	0:00:00	0:00:00	0:04:58	100	13	0:05:36	321,60	503,334	
A12 - Traer el coche	0:20:20	0:13:53	0:00:00	0:11:24	100	11	0:12:40	744,00	617,539	
A13 - Colocar las cajas en el coche	0:14:00	0:16:27	0:00:00	0:10:09	100	28	0:12:59	755,40	528,696	
A14 - Mover al punto de embarque	0:14:40	0:26:53	0:45:13	0:28:56	100	26	0:36:27	2176,20	928,686	
A15 - Bajar cajas del coche	0:13:07	0:16:27	0:00:00	0:09:51	100	28	0:12:37	742,20	517,172	
A16 - Embarcar la materia prima	0:28:50	0:30:50	0:30:50	0:30:10	100	28	0:38:37	2302,20	63,498	

Figura 26. Estudio de tiempos actual del proceso: Despacho de materias primas.

El tiempo estimado para el proceso es de 8 horas, 34 minutos y 08 segundos, para una carga total de 18 diferentes artículos.

Diagrama de recorrido actual del proceso: Despacho de materias primas

Para el diagrama de recorrido actual del proceso, se considera una carga total de 18 artículos, en la Tabla 18 se detallan los artículos a despachar.

Tabla 18. Artículos despachados

CALZADO GAMO'S		
Ubicación	Artículo	
DP1	Suela para zapato de seguridad industrial	
DP2	Suela para bota militar	
DP3	Suela para bota militar	
DP4	Suela para zapato casual	
DP5	Suela para zapato casual	
DP6	Suela para zapato urbano	
DP7	Suela para zapato trekking	
DP8	Plantillas varias	
DP9	Suela para zapato de seguridad industrial	
DP10	Rollo de tela	
DP11	Rollo de tela	
DP12	Rollo de tela	
DP13	Suela para zapato urbano	
DP14	Cremas para cuero	
DP15	Pegantes	
DP16	Puntas de acero	
DP17	Plantillas varias	
DP18	Cartones de empaque	

El proceso consiste en tomar un sku en específico de los puntos DP₁ al DP₁₈ secuencialmente, trasportarlos, depositarlos y verificarlos en el punto de despacho para su embarque final como se muestra en la Figura 27, el desarrollo del proceso es totalmente manual.



Figura 27. Diagrama de recorrido actual del proceso: Despacho de materias primas.

Análisis carga distancia actual del proceso: Despacho de materias primas

El análisis carga distancia actual para este proceso está en función al diagrama de recorrido plasmado en la Figura 27, pues muestra los movimientos realizados por el trabajador para realizar todas las operaciones necesarias.

En la Tabla 19 se muestran los valores provenientes del análisis carga distancia actual, partiendo de los puntos de referencia, es decir, los recorridos realizados por el operario para obtener los artículos requeridos y depositarlos en el punto de despacho, el operario

toma el artículo de los puntos DP_i y lo deposita en el punto de despacho, y así sucesivamente hasta culminar con todos los artículos mencionados, se considera 1 carga por viaje, el valor carga distancia se obtiene de igual forma que los procesos anteriores, la distancia total es el producto del valor obtenido carga distancia por el número de desplazamientos totales, es decir dos, ida y vuelta.

Tabla 19. Análisis carga distancia actual del proceso: Despacho de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA DESPACHO DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (unidad)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
DP1 – E	9.862	9,86	1	9,862	19,724
DP2 – E	9.435	9,44	1	9,435	18,87
DP3 – E	18.429	18,43	1	18,429	36,858
DP4 – E	26.849	26,85	1	26,849	53,698
DP5 – E	18.417	18,42	1	18,417	36,834
DP6 – E	21.508	21,51	1	21,508	43,016
DP7 – E	27.617	27,62	1	27,617	55,234
DP8 – E	32.139	32,14	1	32,139	64,278
DP9 – E	29.564	29,56	1	29,564	59,128
DP10 – E	34.889	34,89	1	34,889	69,778
DP11 – E	44.508	44,51	1	44,508	89,016
DP12 – E	55.068	55,07	1	55,068	110,136
DP13 – E	33.738	33,74	1	33,738	67,476
DP14 – E	37.403	37,40	1	37,403	74,806
DP15 – E	37.043	37,04	1	37,043	74,086
DP16 – E	46.021	46,02	1	46,021	92,042
DP17 – E	35.611	35,61	1	35,611	71,222
DP18 – E	38.693	38,69	1	38,693	77,386
TOTAL		556,79	18	556,79	1.113,59

Como se puede observar para el proceso de recepción de materias primas se utilizan 1.113,59 metros totales obtener los 18 artículos requeridos.

Fase 3. Inventarios

La empresa cuenta con alrededor de 28 ítems de diferente tipo, en la Tabla 20 se enlistan los inventarios que se almacenan en la bodega de materias primas con corte al 20 de mayo de 2022, los cuales suman aproximadamente 8.124 productos, siendo su principal empaque cajas de cartón.

Tabla 20. Inventarios

CALZADO GAMO'S		
Ítem	Cantidad	Unidad de Medida
Suelas	7.720	Cajas
Plantillas	433	Cajas
Arandelas	24	Cajas
Ojalillos	24	Cajas
Cordoneras	16	Cajas
Gancho Poleas	15	Cajas
Crema limpiadora	32	Cajas
Puntas acero	127	Cajas
Puntas plástico	142	Cajas
Reata	18	Cajas
Pasadores	100	Cajas
Hilos	40	Cajas
Elásticos	10	Cajas
Cierres	9	Cajas
Velcro	6	Cajas
Pegante	17	Barriles
Planchas Bravo 800	6	Pallets
313	12	Frascos

CALZADO GAMO'S		
Ítem	Cantidad	Unidad de Medida
Artecol	6	Galones
Pegante SAR	6	Unidades
Pegante AM-11 Amarillo	2	Unidades
ARTECOL Balde	5	Baldes
Limpiador de cuero	12	Unidades
Limpiador Universal	10	Unidades
Marcas	300	Fundas
Cartones de empaque	180	Paquetes
Telas	855	Rollos
Espumas	30	Unidades

Fase 4. Seguridad laboral y ocupacional

Mediante la aplicación de la lista de chequeo (Anexo 3) realizada al centro de almacenamiento se puede determinar que los materiales se encuentran apilados de forma irregular, presentado inestabilidad, la altura de las cajas con productos superan los 1.500 mm (1,5 metros), los racks son de madera y representan un peligro, pues están sostenidos por cuerdas para resistir las cargas, lo cual podría generar la caída de objetos, no se tiene la señalética adecuada, las escaleras utilizadas no están en las mejores condiciones, los trabajadores no utilizan arnés de seguridad ni casco de protección, además, suelen subirse por encima de las cajas apiladas poniendo en riesgo su seguridad, ya que pueden sufrir caídas a distinto nivel.

Según NTP 1112: Seguridad en el almacenamiento de materiales mediante paletizado y apilado sobre el suelo, en el apartado 4. Medidas de prevención y protección determina que, bajo este parámetro se puede establecer que las condiciones actuales de la bodega presentan un nivel de estabilidad "0" es decir, son inestables y representan un alto riesgo [39].



Figura 28. Seguridad laboral y ocupacional.

Al análisis de seguridad laboral se suma el comentario del Ing. Israel Canchignia en la entrevista (Anexo 4), quien menciona que, el personal cumple con ciertos parámetros de seguridad al momento de realizar sus actividades como: calzado de seguridad, ropa de trabajo y ajustes de cintura para hacer fuerza, pero no se cuenta con protecciones adicionales.

Fase 5. Indicadores de desempeño

La empresa actualmente no cuenta con indicadores de desempeño en el área de almacenamiento de materiales, pero el personal logístico está desarrollando

indicadores de efectividad, tiempos, desperdicios, rotación y exactitud de inventarios para futuros controles.

3.1.3 Análisis de la distribución actual y sus afectaciones al sistema de almacenamiento

Esta sección esta direccionada a analizar la distribución actual de las instalaciones y a determinar aquellas afectaciones al sistema de almacenamiento de la empresa, se compone de dos etapas, la primera relacionada al análisis e inspección visual y la segunda mediante la aplicación de una entrevista al jefe de operaciones logísticas.

Para identificar el origen de las causas es necesario emplear herramientas sistemáticas para el análisis, diagnóstico y sustentación de las interrogantes, para el proyecto de investigación se emplea la herramienta de análisis de problemas Ishikawa.

El método establece cinco pilares en torno a las posibles causas del problema, haciendo énfasis en: mano de obra, materiales, métodos, maquinaria y medio ambiente.

Una vez realizada la identificación de las condiciones actuales de las instalaciones, mediante la aplicación de una lista de chequeo (Anexo 3) en la basa a una inspección visual sobre los parámetros relacionados con la metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución (IPISI) y la información recopilada en base a la aplicación de la entrevista al jefe de operaciones logísticas (Anexo 4), se pueden establecer las causas que dan origen a la inadecuada distribución actual de instalaciones y que afecta de manera negativa al sistema de almacenamiento de la empresa como se muestra en la Figura 29.

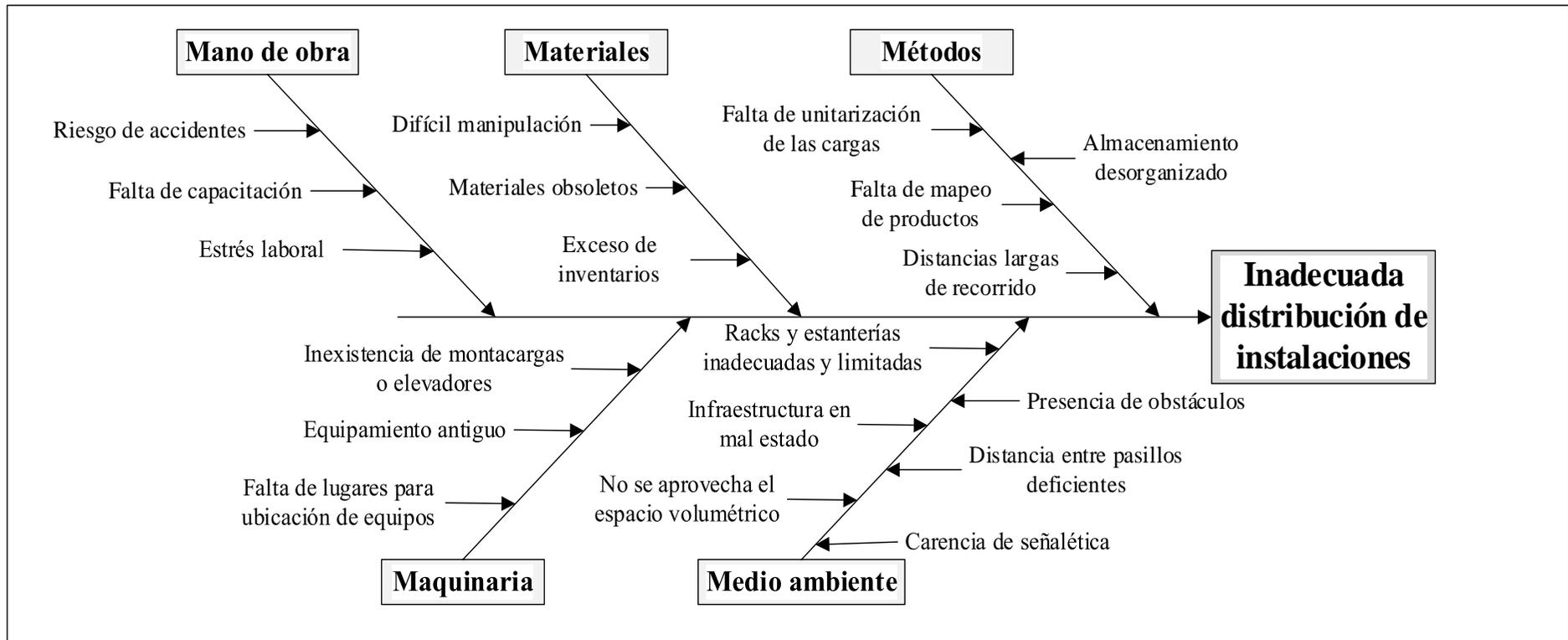


Figura 29. Diagrama Ishikawa para la identificación del problema.

Diagnóstico de las causas

En base al diagrama Ishikawa desarrollado en la Figura 29, se realiza el diagnóstico del origen de cada una de las causas generadoras de la inadecuada distribución actual de instalaciones y que afecta de manera negativa al sistema de almacenamiento de la empresa, en base a cada una de las 5M del diagrama propuesto.

Mano de obra

Este parámetro está ligado con el nivel de satisfacción del personal logístico y la dependencia del mismo al contar con una incorrecta distribución de instalaciones.

Riesgos de accidentes: Por la mala disposición y almacenamiento de los materiales, pues al superar la altura adecuada para el almacenamiento y al no estar correctamente asegurados, la pila de materiales puede ceder provocando accidentes y caída de objetos.

Falta de capacitación: Al no contar con el entrenamiento necesario el personal no puede adecuar el espacio destinado para el almacenamiento, no gestiona los inventarios de forma correcta y no poseen el conocimiento para asignar ubicaciones ideales a los materiales.

Estrés laboral: Generado por el desarrollo de actividades cotidianas de forma repetitiva, contaminación visual por el exceso de materiales, ejecución de actividades que obliguen al trabajador a adoptar posturas incómodas, sobreesfuerzos y agotamiento físico

Materiales

Vinculados con el control, manejo y almacenamiento efectivo de los materiales en los lugares correctos, una buena distribución de instalaciones permite mejorar el control y ubicación de los inventarios.

Difícil manipulación: Los materiales que se receiptan, en mucho de los casos, son voluminosas y se presentan en grandes cantidades, los materiales a desembarcar usualmente vienen empacados en paquetes de cartón y en rollos de telas, los mismos

que tienen pesos que oscilan entre 10 y 60 kg cada uno y en ocasiones barriles con pegas que sobrepasan los 100 kg de peso.

Materiales obsoletos: Al no tener un control efectivo de los inventarios, existe un desconocimiento de las materias primas almacenadas y, por ende, no son utilizadas, presentando daños en los embalajes provocando que los productos se deterioren y se tornen obsoletos.

Exceso de inventarios: El número elevado de materias primas dentro de las instalaciones limitan el espacio destinado al almacenamiento y dificulta el control y ubicación de los mismos, provocando interrupciones en los procesos y movimientos internos.

Métodos

Enfocado a determinar la forma de cómo hacer las cosas y la interacción de la infraestructura y los sistemas de almacenamiento dentro de la distribución actual de instalaciones.

Falta de unitarización de las cargas: Al no emplear una unidad de carga para la manipulación de los materiales, el personal logístico se ve en la necesidad de manipular las cargas de forma individual y almacenarlas lo más próximo al suelo, es decir, no se usa el limitado sistema de almacenamiento disponible.

Falta de mapeo de productos: La falta de organización de los materiales provoca que el personal logístico tenga que recorrer mayores distancias para localizar los materiales requeridos, además el tiempo en buscar los materiales incrementa.

Distancias largas de recorrido: Causado por la mala ubicación de los materiales, pues al no contar con un método de asignación de ubicaciones las distancias para la ejecución de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho son mayores

Almacenamiento desorganizado: Provoca tiempos largos de proceso, se estima un lapso mínimo de tiempo para el proceso de recepción entre 90 y 250 minutos, aunque dependiendo de la cantidad y el tipo de material los tiempos pueden extenderse, para el proceso de almacenamiento se estima como un tiempo mínimo 120 minutos para

almacenar 20 cajas dependiente de sus características físicas y la accesibilidad al lugar donde se vayan a almacenar, por lo general esta labor tarda días dependiendo de la cantidad y el peso de la materia prima a almacenar, para el proceso de despacho se estima en un lapso entre 120 y 240 minutos cuando un pedido tiene un menor volumen en despacho y validación, para un pedido de gran volumen para el abastecimiento el tiempo promedio es de más de 360 minutos, puesto que los trabajadores deben remover cajas hasta llegar a los productos seleccionados, buscar los materiales requeridos por producción, obtenerlos, separarlos y después apilarlos, esta operación se realiza para cada uno de los productos requeridos hasta terminar con el pedido requerido.

Maquinaria

Relaciona el sistema de almacenamiento con las máquinas, materiales, equipos y medios mecánicos que ayudan con la manipulación y transporte de los materiales, permitiendo la utilización volumétrica de los racks y estanterías.

Inexistencias de montacargas o elevadores: No contar con este tipo de maquinaria limita el transporte en conjunto mediante la utilización de una unidad de carga (pallet), condiciona el alcance y el almacenamiento volumétrico en los racks, pues no se pueden almacenar en la parte superior a causa de la altura y el peso de los materiales.

Equipamiento antiguo: Las escaleras de mano son inseguras, están obsoletas y en muchos de los casos son apoyadas en las cajas, generando condiciones inseguras al momento de tratar de escalarlas; los coches mecánicos no están en óptimas condiciones, todas las operaciones de búsqueda, selección y obtención de las materias primas son manuales en su totalidad, lo que hace más complejo el proceso de almacenamiento.

Falta de lugares para ubicación de equipos: Los equipos son ubicados en cualquier parte de la locación, en ocasiones obstaculizan los pasillos y no están disponibles en los lugares que se los requieren.

Medio Ambiente

Representa en su totalidad el medio circundante que habita en la infraestructura interna de las instalaciones.

Racks y estanterías inadecuadas y limitadas: No se aprovecha en su totalidad el espacio cúbico disponible de las instalaciones, no presenta un sistema de almacenamiento estructural óptimo, no cuenta con el número adecuado de estanterías ni racks para el almacenamiento y los racks existentes no abarcan con toda la capacidad de almacenamiento.

Infraestructura en mal estado: El techo presenta ciertas goteras permitiendo el paso de agua provocando que los empaques se dañen, el exceso de polvo es evidente y molesto al momento de realizar las actividades, ya que se acumula sobre los materiales, en lo que respecta al piso, no se encuentra en óptimas condiciones, el exceso de polvo se genera, debido a que la bodega está ubicada anexa a una calle de polvo y con el transcurso de los vehículos el polvo se levanta e ingresa en la locación.

No se aprovecha el espacio volumétrico: No se cuenta con el número de racks y estanterías necesarios para aprovechar este parámetro, a su vez, es necesario contar con un montacargas que permita ubicar los materiales en los lugares en la parte superior del sistema de almacenamiento.

Presencia de obstáculos: La locación no cuenta con un espacio físico correctamente distribuido, se observa un exceso de inventarios y un almacenamiento caótico, los materiales son apilados de forma incorrecta, provocando que los embalajes no soporten las cargas y terminan cediendo en su estructura, los materiales se caen y obstaculizan los pasillos, limitando la movilidad interna de los trabajadores.

Distancia entre pasillos: Debido al exceso de inventarios y a un deficiente almacenamiento, los espacios entre pasillos son limitados y en ciertos lugares nulos, impidiendo el acceso y la circulación a ciertos puntos para el almacenaje o recuperación de materiales.

Carencia de señalética: No permite la adecuada ubicación de los racks y estanterías existentes, así también, dificulta la ubicación de los materiales en los específicos, no se tienen segmentas y demarcadas las superficies y áreas destinadas para los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de los materiales.

Inexistencia de muelles de carga y descarga: Dificultando la recepción, despacho, movilidad y el confort al momento de realizar las operaciones de embarque y desembarque de los materiales, se corre el riesgo de caída de objetos.

Afectaciones al sistema de almacenamiento

Una vez analizado la distribución actual de las instalaciones, se pueden evidenciar las siguientes afectaciones al sistema de almacenamiento:

- Falta de estanterías y racks.
- Falta de la maquinaria para la manipulación y transporte de materiales.
- Falta de unitarización de los materiales.

3.1.4 Sistema de categorización de materias primas

El sistema de categorización de materias primas tiene como finalidad determinar los productos y/o materias primas que presentan un mayor nivel de importancia y criticidad dentro de la organización.

El sistema de categorización de materias primas se fundamenta en los siguientes aspectos:

- Cantidad de productos vendidos.
- Análisis ABC de productos.
- Lista de materiales.
- Análisis de criticidad de materias primas.

Cantidad de productos vendidos

Para determinar la cantidad de ventas de la empresa de calzado Gamo's, es necesario emplear los datos proporcionados por el departamento de ventas.

En la Tabla 21 se enlistan las ventas correspondientes al año 2021, detallando las cantidades vendidas en pares de zapatos para cada familia de productos que la empresa comercializa.

Tabla 21. Ventas anuales 2021

CALZADO GAMO'S		
Familia de productos	Cantidad (pares de zapatos)	
Seguridad Industrial	5.000	
Bota táctica	1.200	
Trekking	2.300	
Casual	2.000	
Urbano	1.100	
Deportivos	800	
Infantil	180	

Como se puede observar, la familia de productos que mayor demanda presenta anualmente es el calzado de seguridad industrial con 5.000 pares, siendo sus principales clientes: Petroecuador, Petroamazonas, Pronaca, Tesalia y Mercados Santa María, seguido de trekking con 2.300 pares, siendo el producto de alta montaña el más vendido, casual con 2.000 pares, siendo su principal cliente Marathon, bota táctica con 1.200 pares, urbano con 1.100 pares, deportivos con 800 pares y finalmente, el zapato infantil con 180 pares, las ventas en la empresa para el período 2021 fueron de 12.580 pares de zapatos.

Análisis ABC de productos

El análisis ABC permite clasificar los productos de mayor demanda en la empresa de calzado Gamo's, determinando aquellos productos que representan mayor rentabilidad e ingresos, los datos obtenidos serán utilizados para posicionar los artículos, inventarios y materias primas dándoles prioridad a los productos que se encuentren dentro de la categoría A en los lugares más óptimos y próximos a los puntos de embarque y desembarque dentro del rediseño de la distribución de instalaciones propuesta.

En la Tabla 22 se desarrolla el análisis de ABC para las familias de productos que la empresa posee a partir de la cantidad de ventas anuales para el período 2021,

determinando la categoría para cada tipo de producto en función a la participación acumulada.

Tabla 22. Análisis ABC de productos

CALZADO GAMO'S				
Familia de productos	Cantidad (pares de zapatos)	Participación	Participación Acumulada	Clase de producto
Seguridad Industrial	5.000	39,75%	39,75%	A
Trekking	2.300	18,28%	58,03%	A
Casual	2.000	15,90%	73,93%	A
Bota táctica	1.200	9,54%	83,47%	B
Urbano	1.100	8,74%	92,21%	B
Deportivos	800	6,36%	98,57%	C
Infantil	180	1,43%	100,00%	C
Total	12.580			

Para el análisis ABC se utilizan 7 familias de productos, clasificadas según su nivel de rotación, la categoría A está conformada por las familias de productos: seguridad industrial con el 39,75%, trekking con el 18,28% y casual con el 15,9% sumando una participación acumulada del 73,93%, en la categoría B se encuentran las familias de productos: bota táctica con el 9,54%, urbano con el 8,74% y deportivo con el 6,36% de participación, sumando una participación acumulada total del 92,57%, finalmente en la categoría C se obtiene la familia de productos deportivos con 6,36% e infantil con el 5,13% de participación, sumando una participación acumulada total del 100%.

Análisis ABC por modelos de productos

Una vez determinados las categorías por familias de productos y su incidencia de forma global, se realiza un nuevo análisis ABC con los modelos que se encuentran dentro de la categoría A, el cual permite conocer los modelos más representativos como se muestra en la Tabla 23, permitiendo elaborar una lista de materiales de los modelos que se encuentren dentro de la nueva categoría A.

En el Anexo 5, se describen los modelos por cada familia de productos categoría A.

Tabla 23. Clasificación ABC - modelos de productos

CALZADO GAMO'S					
Familia de productos	Modelo	Valorización	Participación	Participación Acumulada	Clase de Producto
Dieléctricos	BCATECPP-A PITS	67.100,00	7,598%	7,60%	A
Casual	CA1022 NEGRO P.	65.700,00	7,439%	15,04%	A
D – H	BIM200PP CAFÉ	47.160,00	5,340%	20,38%	A
Casual	BTHT3221 NEGRO	45.600,00	5,163%	25,54%	A
Hidrocarburo	BTVSF044PP – K	43.860,00	4,966%	30,51%	A
Trabajo	BTVSF056PP	42.000,00	4,756%	35,26%	A
D – H	BTWB995PP – AKR	38.700,00	4,382%	39,64%	A
Hidrocarburo	BTAN028PP	31.800,00	3,601%	43,24%	A
D – H	BIM200PP	31.590,00	3,577%	46,82%	A
D – H	BTWB995PP – KR	29.025,00	3,286%	50,11%	A
Trabajo	SI.H.BCFCPA–R	28.665,00	3,246%	53,35%	A
Trabajo	BTVPL038PP - A	25.000,00	2,831%	56,18%	A
Dieléctricos	BEDPP	22.500,00	2,548%	58,73%	A
Trabajo	BTVSF967PP	21.600,00	2,446%	61,18%	A
Hidrocarburo	BTXBNDPA CAFÉ	16.480,00	1,866%	63,04%	A
Casual	BTHT948	14.600,00	1,653%	64,70%	A
Trabajo	BTVPL036PP - AR	13.530,00	1,532%	66,23%	A
Trekking H.	BTLS4149 NEGRO	13.050,00	1,478%	67,71%	A
D – H	BTIM059PP – R	12.771,00	1,446%	69,15%	A
Trekking H.	BTVNS4167	12.154,00	1,376%	70,53%	A
Trabajo	BTVSF967PP	12.000,00	1,359%	71,89%	A
Trekking H.	BTVNS4165 CAFÉ	10.815,00	1,225%	73,11%	A
Trekking H.	BTV4131 NEGRO	10.197,00	1,155%	74,27%	A
Trekking H.	BTVN4015 LAURE	9.991,00	1,131%	75,40%	A
Trekking H.	BTV4138 GRIS	9.476,00	1,073%	76,47%	A
Hidrocarburo	BIM200PP	9.360,00	1,060%	77,53%	A
Trekking H.	BTVNS4165 MORO	9.167,00	1,038%	78,57%	A
Dieléctricos	BTC366PP CAFÉ H.	9.078,00	1,028%	79,60%	A
Trekking H.	BTV4131 CAFÉ	8.961,00	1,015%	80,61%	B
Trabajo	SI.H.BCATEANPP	8.775,00	0,994%	81,60%	B
Trekking H.	BTLS4185 CAFÉ H.	8.190,00	0,927%	82,53%	B
Trabajo	BTPHTS3PA CAFÉ	8.188,00	0,927%	83,46%	B
Trekking H.	BTVNS4165	7.828,00	0,886%	84,34%	B
Trekking H.	BTVNS4167	7.210,00	0,816%	85,16%	B
Trekking H.	REVFS4211 GRIS	7.104,00	0,804%	85,96%	B
Trekking H.	BTV409 KENIA	6.077,00	0,688%	86,65%	B
Trekking H.	BTV4138 GRIS	6.048,00	0,685%	87,34%	B
Casual	BTHT3221 CAFÉ	5.928,00	0,671%	88,01%	B

CALZADO GAMO'S					
Familia de productos	Modelo	Valorización	Participación	Participación Acumulada	Clase de Producto
Trekking H.	BTVNS4167	5.871,00	0,665%	88,67%	B
Trekking H.	BTV1011 CAFÉ	5.673,00	0,642%	89,32%	B
Casual	BTFW3302 NEGRO	5.590,00	0,633%	89,95%	B
Trekking H.	BTV4138 HENO	5.472,00	0,620%	90,57%	B
Trekking H.	ME542	5.220,00	0,591%	91,16%	B
Trekking H.	BTVFS4196 HENO	4.653,00	0,527%	91,69%	B
Trekking H.	REBCH4214	4.161,00	0,471%	92,16%	B
Trekking H.	BTLS4185 MUSGO	4.134,00	0,468%	92,63%	B
Trekking H.	BTV4138 ACERO	4.032,00	0,457%	93,08%	B
Trekking H.	BTVNS4165	3.708,00	0,420%	93,50%	B
Trekking H.	BTVFS4163 NEGRO	3.663,00	0,415%	93,92%	B
Casual	BTHT3213 NEGRO	3.648,00	0,413%	94,33%	B
Trekking H.	BTVFS4163 CAFÉ	3.564,00	0,404%	94,73%	B
Trekking H.	BTZ4027 KENIA	3.318,00	0,376%	95,11%	C
Trekking H.	REVFS4211	3.168,00	0,359%	95,47%	C
Trekking H.	TRJ1003	2.880,00	0,326%	95,79%	C
Trekking H.	BTGT4191 MUSGO	2.765,00	0,313%	96,11%	C
Casual	REBG1031 KENIA	2.720,00	0,308%	96,41%	C
Trekking H.	TRJ1003 NEGRO	2.640,00	0,299%	96,71%	C
Trekking H.	TRV4001 KENIA	2.610,00	0,296%	97,01%	C
Trekking H.	BTLS4144 HENO K.	2.212,00	0,250%	97,26%	C
Trekking M.	BTV969 GRASO	2.175,00	0,246%	97,51%	C
Casual	CA873	2.108,00	0,239%	97,74%	C
Casual	BTFW3302	2.064,00	0,234%	97,98%	C
Trekking H.	BTLS4185 NEGRO	1.950,00	0,221%	98,20%	C
Trekking M.	BTVPL4172	1.890,00	0,214%	98,41%	C
Trekking H.	BTV850 AZUL H.	1.674,00	0,190%	98,60%	C
Trekking M.	TRV4007	1.548,00	0,175%	98,78%	C
Trekking H.	REVFS4211	1.536,00	0,174%	98,95%	C
Trekking M.	BTMT4105	1.501,00	0,170%	99,12%	C
Trekking M.	HV778	1.479,00	0,167%	99,29%	C
Trekking M.	BTV4015	1.131,00	0,128%	99,42%	C
Trekking H.	BTV850 VERDE	1.116,00	0,126%	99,54%	C
Trekking M.	BTV969	1.044,00	0,118%	99,66%	C
Trekking M.	BTV4102	1.023,00	0,116%	99,78%	C
Casual	REBG1031 NEGRO	952,00	0,108%	99,89%	C
Trekking H.	BTV850 KENIA	837,00	0,095%	99,98%	C
Trekking M.	BTV4015	174,00	0,020%	100%	C
TOTAL		883.182,00	100%		

Como se puede observar, se presentan 76 modelos de zaparos diferentes en total, se tienen 28 modelos que forma parte de la categoría A, dentro de esta categoría se tiene 7 modelos de trekking para hombre, 6 modelos de trabajo, 5 modelos de dieléctricos – hidrocarburos, 4 modelos de hidrocarburos. 3 modelos para dieléctricos y 3 modelos para casual, sumando una participación acumulada del 79,60%, en la categoría B se tienen 23 modelos, siendo el modelo trekking hombre el de mayor presencia con 18 modelos, seguido de 3 modelos para casual y 2 modelos para trabajo, esta categoría representa una participación del 15,14%, en la categoría C se tienen 25 modelos, siendo el modelo trekking hombre el de mayor presencia con 12 modelos, seguido de trekking mujer con 9 modelos y 4 modelos para zapato casual, esta categoría representa una participación del 5,27%.

Lista de materiales

Es un documento que especifica los elementos o materias primas necesarias para la elaboración de un producto en específico.

Para el desarrollo de las listas de materiales se consideran solo aquellos productos dentro de la categoría A, pues son los más representativos y generan mayores ingresos, para esta categoría se tiene alrededor de 76 diferentes modelos de zapatos, 20 modelos para seguridad industrial, 46 para trekking y 10 para zapato casual.

Se elaborará una lista de materiales por cada modelo de zapatos de la categoría A, en la Tabla 24 se presenta las listas con los materiales más representativos para los modelos seleccionados.

Tabla 24. Lista de materiales - modelos categoría A

CALZADO GAMO'S					
LISTA DE MATERIALES					
Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
1	Seguridad industrial Dieléctricos	BCATECPP-A PITS	Cuero hidrofugado Cordonera plástica Plantilla y recuño de armado Punta de composite/policarbonato Suela de caucho nitrilo/antideslizante Plantilla industrial antibacteriana		
2	Casual	CA1022 NEGRO P.	Cuero base Forro textil Contrafuerte de armado Suela de caucho nitrilo - Big Testa Negro Plantillas base		
3	Seguridad industrial Dieléctricos Hidrocarburos	BIM200PP CAFÉ	Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela TPU-PU antideslizante Forro de rápida dispersión de humeada Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable		
4	Casual	BTHT3221 NEGRO	Cuero base Forro textil Contrafuerte de armado Suela de caucho nitrilo - Sasso - 99W Negro Plantillas antibacterianas		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
5	Seguridad industrial Hidrocarburo	BTVSF044PP - K	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela Vibram antideslizante caucho resiste a hidrocarburos</p> <p>Forro de rápida dispersión de humeada</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
6	Seguridad industrial Trabajo	BTVSF056PP	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela Vibram antideslizante</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana</p>		
7	Seguridad industrial Dieléctricos Hidrocarburos	BTWB995PP – AKR	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela TPU/PU antideslizante, resiste 18.000v, resiste a hidrocarburos y químicos</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, carbón activado</p>		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
8	Seguridad industrial Hidrocarburo	BTAN028PP	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela Ironman antideslizante caucho</p> <p>Forro de rápida dispersión de humeada</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
9	Seguridad industrial Dieléctricos Hidrocarburos	BIM200PP	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela TPU-PU antideslizante resiste a hidrocarburos</p> <p>Forro de rápida Smartec 3D</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
10	Seguridad industrial Dieléctricos Hidrocarburos	BTWB995PP – KR	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela TPU/PU antideslizante, resiste 18.000v, resiste a hidrocarburos y químicos</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p>		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
			Plantilla antibacteriana, carbón activado		
11	Seguridad industrial Trabajo	SI.H.BCFCPA-R	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela TPU-PU antideslizante resiste a hidrocarburos</p> <p>Forno de rápida Smartec 3D</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
12	Seguridad industrial Trabajo	BTVPL038PP - A	<p>Cuero hidrofugado</p> <p>Cordura de alta tenacidad</p> <p>Suela Vibram antideslizante caucho EVA resiste a hidrocarburos – Acero</p> <p>Forno de rápida Smartec 3D</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p> <p>Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
13	Seguridad industrial Dieléctricos	BEDPP	<p>Cuero liso</p> <p>Suela caucho dieléctrico antideslizante resistente a 14.000v</p> <p>Forno textil</p> <p>Punta de composite</p> <p>Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión</p>		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
			Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable		
14	Seguridad industrial Trabajo	BTVSF97PP	Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela Vibram antideslizante Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana		
15	Seguridad industrial Hidrocarburo	BTXBNDPA CAFÉ	Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela caucho nitrilo antideslizante, resiste a hidrocarburos Punta de acero Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, carbón activado, indeformable		
16	Casual	BTHT948	Cuero base Forro textil Contrafuerte de armado Suela de caucho nitrilo - Big Testa Heno Plantillas base antibacteriana		
17	Seguridad industrial Trabajo	BTVPL036PP - AR	Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela Vibram antideslizante Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
18	Trekking H.	BTLS4149 NEGRO	<p>Cuero hidrofugado Cordura Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela de caucho nitrilo/antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		
19	Seguridad industrial Dieléctricos Hidrocarburos	BTIM059PP – R	<p>Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela TPU-PU antideslizante Forro de rápida dispersión de humeada Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
20	Trekking H.	BTVNS4167	<p>Cuero hidrofugado Cordura Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
21	Seguridad industrial Trabajo	BTVSF967PP	<p>Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela Vibram antideslizante caucho Forro de rápida dispersión de humeada Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		
22	Trekking H.	BTVNS4165 CAFÉ	<p>Cuero hidrofugado Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela Vibram de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		
23	Trekking H.	BTV4131 NEGRO	<p>Cuero hidrofugado para Alta montaña Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela Vibram de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		

CALZADO GAMO'S



LISTA DE MATERIALES

Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
24	Trekking H.	BTV4015 LAUREL/R	<p>Cuero simple Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela Vibram de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		
25	Trekking H.	BTV4138 GRIS OBSC.	<p>Cuero simple Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela Vibram de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente</p>		
26	Seguridad industrial Hidrocarburo	BIM200PP	<p>Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela TPU/PU resistente a hidrocarburos Forro de rápida dispersión de humeada Punta de composite Plantilla de armado resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, antiestética e indeformable</p>		

CALZADO GAMO'S					
LISTA DE MATERIALES					
Empresa:		Calzado Gamo's		Fecha elaboración:	09/05/2022
Nº	Familia de productos	Modelo	Materiales	Figura	
27	Trekking H.	BTVNS4165 MORO	Cuero hidrofugado Gancho auto-bloqueante Arandelas plásticas Tensores Tirador Plantilla y recuño de armado Contrafuerte de armado Suela Vibram de poliuretano antideslizante Plantilla extraíble - absorbente		
28	Seguridad industrial Dieléctricos	BTC366PP CAFÉ H.	Cuero hidrofugado Cordura de alta tenacidad Suela poliuretano, resiste 14.000v Punta de poliuretano Plantilla de armado celfil antimicrobiano, resistente a la flexión Plantilla antibacteriana, carbón activado		

Análisis de criticidad de materias primas

Determina la importancia de cada una de las materias primas que se almacenan en la bodega de la empresa, permitiendo priorizarlas en función de su impacto global, la criticidad de las materias primas se puede interpretar como una amenaza potencial para la organización, pues se asocia a la multiplicación de la probabilidad de tener perturbaciones en el suministro de materias primas y sus consecuencias económicas, repercutiendo en la calidad del producto final y en los tiempos de entrega, generando un declive en la confiabilidad de la empresa e inconformidad por parte de los clientes.

Para realizar el análisis de criticidad se deben considerar aspectos de las materias primas como el nivel rotación y la importancia para el producto final, por ello, se deben

identificar todas las materias primas que se almacenan, analizar la utilidad de cada una para el producto final y evaluar las consecuencias que podrían generarse al no contar con la suficiente cantidad de materia prima para satisfacer la demanda, para el desarrollo del análisis de criticidad se emplea una matriz que ayuda a determinar el nivel de criticidad de cada una de las materias primas almacenadas.

Para la elaboración de la matriz se recopila información relacionada con un análisis de criticidad de varios ítems como: productos, maquinarias, herramientas, equipos o mantenimientos y se adapta las necesidades actuales para el proyecto de investigación [40] [41].

En la Tabla 25 se muestra la matriz de criticidad, la cual permite ponderar y determinar el nivel de criticidad para cada uno de las materias primas almacenadas.

Tabla 25. Matriz de criticidad

CALZADO GAMO'S						
MATRIZ DE CRITICIDAD						
		Consecuencia				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
Probabilidad		1	2	4	8	16
Muy alta	5	5	10	20	40	80
Alta	4	4	8	16	32	64
Media	3	3	6	12	24	48
Baja	2	2	4	8	16	32
Muy baja	1	1	2	4	8	16

La matriz consta de la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia generada en caso de que el suceso ocurra, presentando consideraciones y puntuaciones diferentes, cuenta con cuatro indicadores ponderados dentro de un intervalo numérico, de 1 a 4 resulta una materia prima crítica aceptable, de 5 a 12 resulta una materia prima crítica tolerable, de 16 a 24 resulta una materia prima crítica alta, y de 32 a 80 resulta una materia prima muy crítica.

Una vez aplicada la matriz se debe determinar el nivel criticidad, para ello se emplea la Tabla 26, la cual muestra los niveles de criticidad con una tonalidad representativa para cada uno de ellos.

Tabla 26. Nivel de criticidad

Nivel de Criticidad	
Criticidad Aceptable	
Criticidad Tolerable	
Criticidad Alta	
Criticidad Extrema	

Para el análisis de criticidad es importante considerar el tipo de materia prima (ítems o sku), la probabilidad de ocurrencia del evento, la consecuencia de la posible ocurrencia y el nivel de riesgo.

En la Tabla 27 se muestra el nivel de criticidad obtenido mediante la aplicación de la matriz para cada una de las materias primas almacenadas.

Tabla 27. Criticidad de materias primas

CALZADO GAMO'S			
Materia Prima	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Criticidad
Suelas	Baja	Mayor	Criticidad Alta
Plantillas	Baja	Mayor	Criticidad Alta
Pegante	Baja	Mayor	Criticidad Alta
Telas	Baja	Mayor	Criticidad Alta
Arandelas	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Ojalillos	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Crema limpiadora	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Puntas acero	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Puntas plástico	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Hilos	Media	Moderada	Criticidad Tolerable
Planchas Bravo 800	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Artecol	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Pegante SAR	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Pegante AM-11 Amarillo	Baja	Moderada	Criticidad Tolerable
Espumas	Media	Moderada	Criticidad Tolerable
Cordoneras	Baja	Menor	Criticidad Aceptable

CALZADO GAMO'S			
Materia Prima	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Criticidad
Gancho Poleas	Baja	Menor	Criticidad Aceptable
Reata	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
Pasadores	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
Elásticos	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
Cierres	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
Velcro	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
313	Baja	Menor	Criticidad Aceptable
ARTECOL Balde	Baja	Menor	Criticidad Aceptable
Limpiador de cuero	Muy baja	Menor	Criticidad Aceptable
Limpiador Universal	Muy baja	Menor	Criticidad Aceptable
Marcas	Muy baja	Mínima	Criticidad Aceptable
Cartones de empaque	Baja	Menor	Criticidad Aceptable

Se puede identificar la existencia de 4 tipos de materias primas que presentan un nivel de criticidad alta, es decir que, a pesar de tener una probabilidad de ocurrencia baja, el nivel de consecuencia es mayor, por ende, se ve afectado de forma directa el proceso productivo de la empresa, ocasionando restricciones en la producción y retrasos en las entregas, puesto que son vitales para el producto final.

Se observan 11 tipos de materias primas que presentan un nivel de criticidad tolerable, es decir que, a pesar de tener una probabilidad de ocurrencia baja, el nivel de consecuencia es moderado, estableciendo que, en caso de no contar con esta materia prima el proceso productivo se verá afectado, pero no en grandes proporciones.

En la parte inferior se presentan 13 tipos de materias primas que presentan un nivel de criticidad aceptable, pues, a pesar de tener una probabilidad de ocurrencia baja y muy baja, el nivel de consecuencia es mínimo o menor, lo que significa que, en caso de no contar con esta materia prima, el proceso productivo puede continuar normalmente, por lo general, estos son productos que no se importan y pueden conseguirse rápidamente en el mercado local.

3.1.5 Sectorización actual de las instalaciones

La sectorización de las instalaciones permite determinar el espacio físico asignado para cada lugar donde se llevan a cabo las actividades productivas, en este punto, se zonifican las áreas que forman parte del sistema de almacenamiento de la empresa, en la Tabla 28 se presentan las áreas detallando la ubicación, codificación y color para una correcta identificación.

Tabla 28. Sectorización de las instalaciones

CALZADO GAMO'S				
Áreas	Detalle	Ubicación	Código	Color
Procesos	Recepción	Bodega 1	ZD-01	Red
	Almacenamiento	Bodega 1-2	ZA-02	Blue
	Despacho	Bodega 1	ZC-03	Green
Oficinas	Oficina 1	Bodega 1	OF-01	Grey
	Oficina 2	Bodega 2	OF-02	Grey
Baños	Baño 1	Bodega 1	BA-01	Grey
	Baño 2	Bodega 2	BA-02	Grey
Racks	2 racks madera	Bodega 1	RK-1 A	Orange
			RK-1 B	Orange
	2 racks de madera	Bodega 2	RK-2 A	Orange
			RK-2 B	Orange
	3 racks metálicos	Bodega 2	RM-3 A	Grey
			RM-3 B	Grey
RM-3 C			Grey	
Rampa	Conexión interna	Bodega 1-2	RP-01	Grey
Maquinas	Maquinas cosedoras	Bodega 2	MA-01	Grey
Puertas	Carga/Descarga	Bodega 1	PT-01	Grey
	Auxiliar	Bodega 2	PT-02	Grey

En la Figura 30 se muestra la sectorización en función de la Tabla 28, el espacio destinado para la recepción de materias primas cubre un área de 35,60 m², el área para el almacenamiento es de 361 m² en la Bodega 1 y 392 m² en la Bodega 2, el área para el despacho es de 12 m², las oficinas tienen 25 m² cada una, el rack 1A tiene un área de 41 m², el rack 2A tiene 13,90 m² en la Bodega 1, en la Bodega 2 los racks de madera 2A y 2B tiene 21,90 m² cada uno, los racks metálicos 3A tiene 24,23 m², 3B tiene 16,96 m² y 3C tiene 23,15 m², el área de almacenamiento para maquinas es de

3.1.6 Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones

Se utilizan para determinar el espacio físico de las instalaciones y la ubicación de cada una de las materias primas almacenadas dentro de la locación, las instalaciones están conformadas por dos bodegas (bodega 1 y bodega 2) unidas internamente.

Mapeo y dimensionamiento actual de la bodega 1

En este lugar se almacenan 5.976 paquetes en su mayoría suelas, en la Tabla 29 se detallan las ubicaciones de las materias primas para cada uno de los tipos de familias de productos.

Tabla 29. Ubicación de la materia prima – bodega 1

CALZADO GAMO'S		
N°	Ubicación	Tipo
1	A1	Trabajo
2	A2	Urbano
3	A3 – A11	Trekking
4	A12	Urbano
5	B1 – B22 – B23	Bota Militar
6	B2 – B13	Trekking
7	B14 – B21	Urbano
8	C1 – C9	Urbano
9	C10 – C17	Casual
10	C18 – C27	Deportivos
11	C28 – C32	Urbano
12	D1 – D20	Urbano - Casual / Sin Movimiento
13	E1 – E8	Urbano – Casual – Infantil – Deportivo / Sin Movimiento
14	F1 – F2	Ojalillos - Marcas
15	F3 – F16	Urbano – Casual – Infantil – Deportivo / Sin Movimiento

En la Figura 31 se puede apreciar la disposición actual de las instalaciones y la ubicación de cada una de las materias primas en la bodega 1 conforme a la Tabla 29.

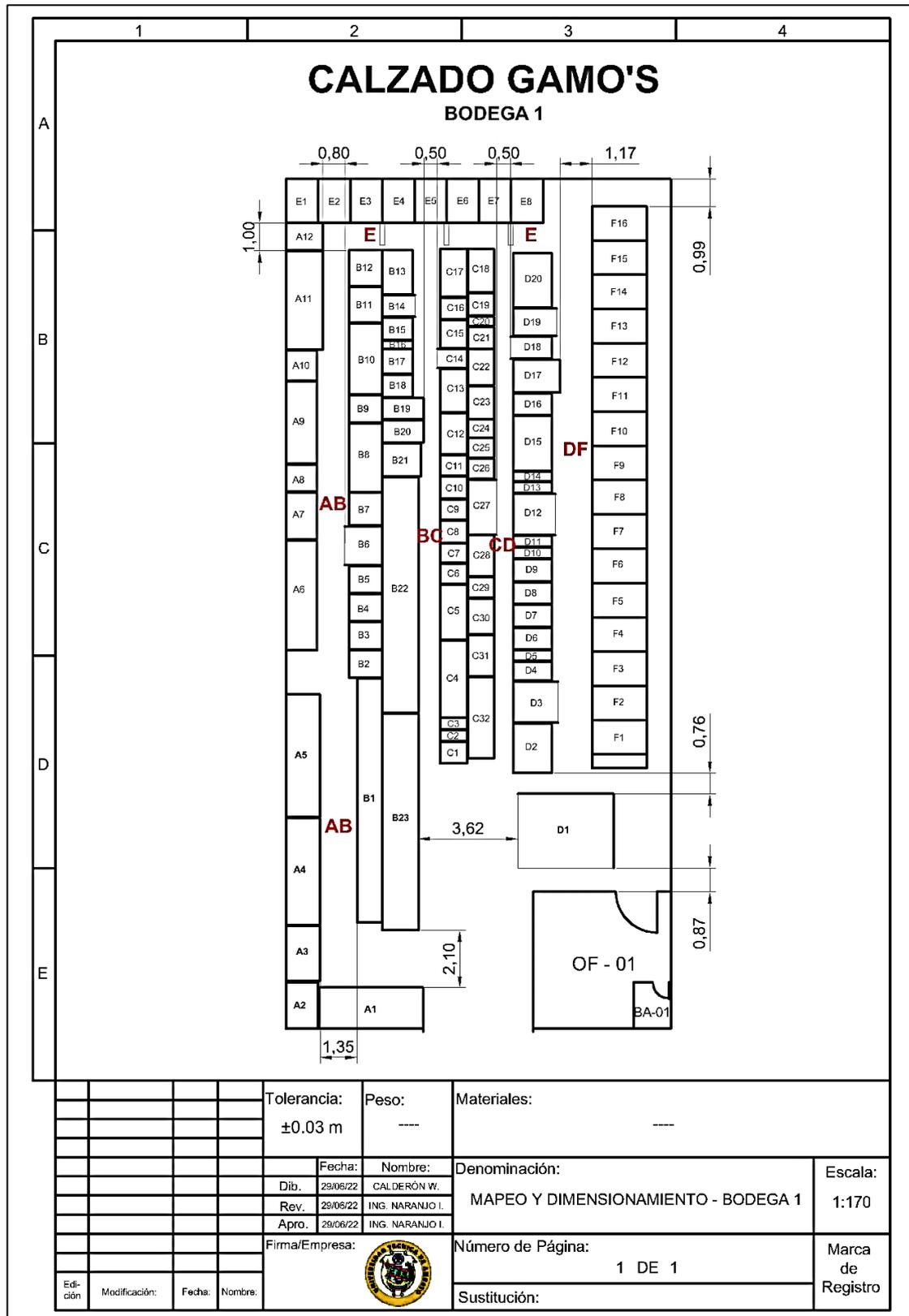


Figura 31. Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones - bodega 1.

Como se puede observar, la disposición de las materias primas en la bodega 1 no es la adecuada, pues la distancia entre pasillos está por debajo de las distancias sugeridas por la normativa local, el pasillo AB antes de la rampa tiene una distancia de 1,30 metros, sin embargo, la distancia se reduce hasta los 0,80 metros, los pasillos BC y CD tienen una distancia de 0,50 metros cada uno, el pasillo DF tiene una distancia de 1,17 metros, el pasillo E de fondo tiene una distancia de 1,00 metros pero es intransitable pues el rack RK-1B de esa posición tiene unos apoyos sujetos al piso tipo triángulo que impiden el movimiento, la distancia fue tomada desde los puntos más salientes conforme lo indica la normativa.

Mapeo y dimensionamiento actual de la bodega 2

En este lugar se almacenan 433 paquetes de plantillas, 1.944 paquetes de suelas y 855 rollos de telas, además, en esta bodega se almacena productos químicos y puntas de plástico y acero, pero al no contar con un lugar adecuado para el almacenamiento son acomodados en la oficina, en la Tabla 30 se detallan las ubicaciones de los productos.

Tabla 30. Ubicación de la materia prima – bodega 2

CALZADO GAMO'S		
N°	Ubicación	Tipo
1	G1 – G11	Plantillas
2	G12	Cajas de cartón Gamos (empaque)
3	G13 – G18	Plantillas
4	G19 – G28	Urbano
5	G – 29	Cremas limpiadoras de cuero
6	G – 30	Barriles de pegantes
7	G – 31	Planchas Bravo 800 dieléctrico
8	G 32 – G46	Suelas Trabajo – Bota militar
9	H1 – H13	Productos químicos – Puntas de seguridad industrial
10	J1 – J7 – N1 – N6 – Ñ1 – Ñ7	Rollos de telas – corduras - tejidos
11	K0 – K5	Seguridad industrial
12	L1 – L10	Urbano – Plantillas - Forros
13	M1 – M25	Casual – Infantil – Deportivo / Sin Movimiento

En la Figura 32 se puede apreciar la disposición actual de las instalaciones y la ubicación de cada una de las materias primas en la bodega 2 conforme a la Tabla 30.

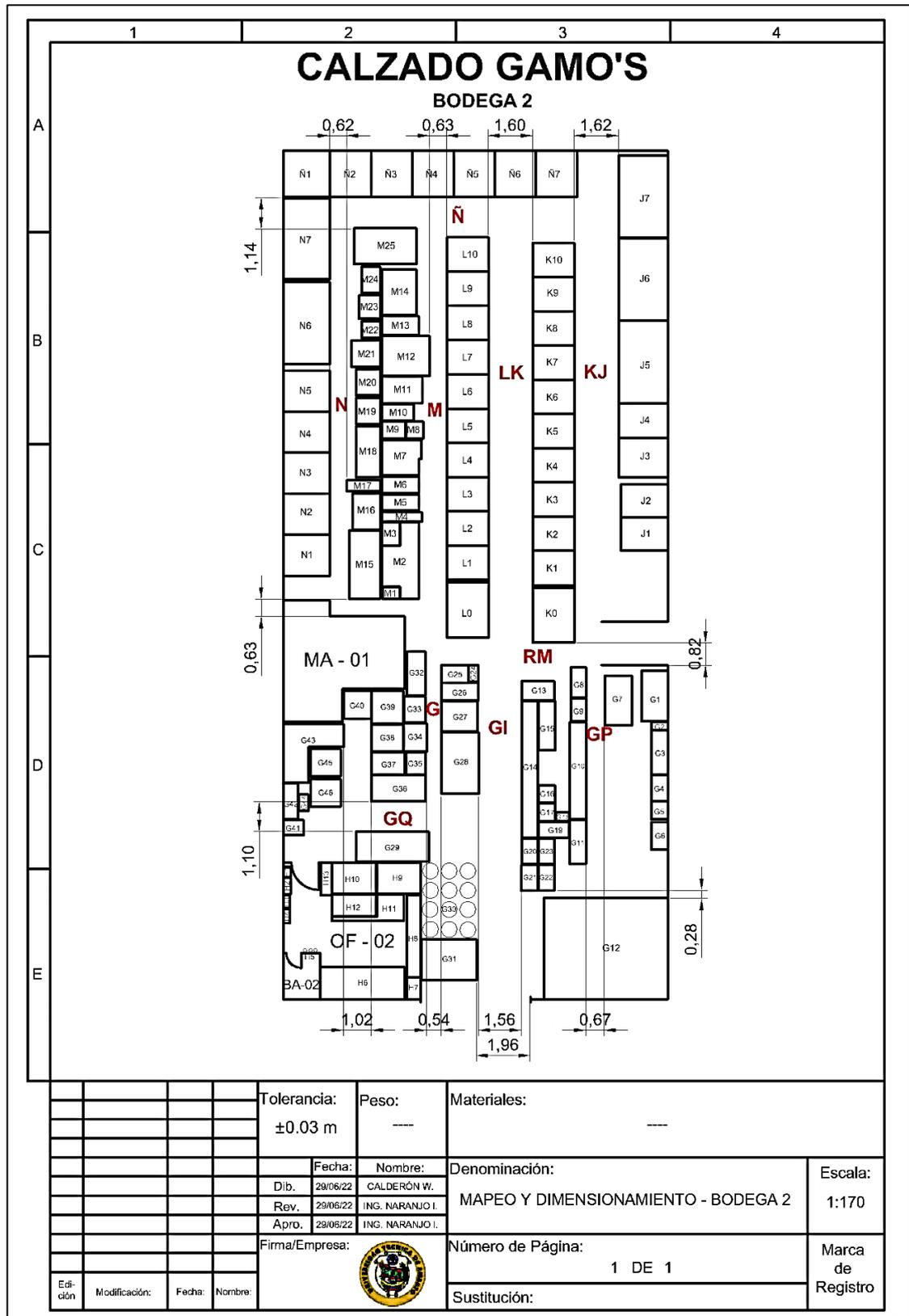


Figura 32. Mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones - bodega 2.

Las condiciones son similares a la bodega 1, sumándole que en esta bodega no solo se almacenan paquetes, sino también rollos de telas y pegamentos, los pasillos no están definidos ni identificados, los pasillos KJ y LK tienen una distancia de 1,62 metros y 1,60 metros respectivamente, el pasillo M tiene una distancia de 0,63 metros, en el pasillo N tiene una distancia de 0,62 metros, el pasillo Ñ tiene una distancia de 1,14 metros, estos pasillos se encuentran en la parte posterior a partir de la rampa que une a las dos locaciones, el pasillo intermedio RM tiene una distancia de 0,82 metros, en la parte delantera no se tiene pasillos específicos, sin embargo, se han considerado, el pasillo G, el cual tiene una distancia de 0,54 metros, el pasillo GI 1,56 metros, el pasillo GP una distancia de 0,67 metros y finalmente el pasillo de acceso a la oficina GQ con una distancia de 1,1 metros.

Análisis del mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones

En base al mapeo y dimensionamiento actual de las instalaciones en las bodegas 1 y 2, se puede establecer que la empresa presenta inconvenientes en la distribución de instalaciones en la bodega de materias primas, pues la disposición actual de las materias primas dificulta el desarrollo de los procesos operativos de recepción, almacenamiento y despacho, la distancia entre pasillos está por debajo de 0,80 metros, limitando la movilización y el tránsito interno, el posicionamiento y almacenamiento permanente de las materias primas no está especificado en su totalidad, es decir, ciertos productos se almacenan fuera de los lugares asignados o almacenamiento caótico, debido a la desorganización y la falta de espacio producto del exceso de inventarios, no se aprovecha el espacio volumétrico por falta de un sistema estructural de almacenamiento como se puede apreciar en las Figuras 31 y 32.

En las instalaciones se almacenan 8.353 paquetes de cartón en total, paquetes que contienen suelas, plantillas, marcas y logotipos de la empresa, cremas limpiadoras, cordones y ojalillos de diferentes tipos y tamaños para todas las familias de productos, además, se almacenan 855 rollos de telas y en el baño de la bodega 2, se almacenan pegantes, activadores y puntas tanto de acero como plástico.

3.1.7 Técnicas de identificación de las condiciones de la distribución de instalaciones actual

Las técnicas de identificación permiten evaluar las condiciones actuales de la distribución de la bodega de materias primas, para ello, se aplican tres matrices de cumplimiento relacionados con las temáticas mencionados a continuación:

- Matriz de cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones.
- Matriz de cumplimiento de los principios de almacenaje.
- Matriz de cumplimiento de la normativa nacional vigente.

La aplicación de las matrices de cumplimiento, ayudan a determinar y diagnosticar el estado actual de las instalaciones y sirve de base para la elaboración de la propuesta de investigación.

Matriz de cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones actual

La matriz está compuesta por seis principios enfocados a la distribución de instalaciones, los mismos que, ayudan a mejorar el desempeño de la locación, permitiendo que el desarrollo de los procesos internos sea óptimo y constante en el tiempo, en la Tabla 31 se muestran los principios básicos, una leve descripción y se determina el cumplimiento de cada uno de ellos.

Tabla 31. Matriz de cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones

CALZADO GAMO'S				
PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES				
Principio	Descripción	Cumplimiento		Observación
Integración en conjunto	La distribución óptima será aquella que integre de forma efectiva: hombre, materiales máquinas y cualquier otro factor, de tal manera que funcionen como un equipo único.	Si	No	No se cuenta con maquinaria, materiales y equipos necesarios que agilicen y ayuden al desarrollo de las operaciones dentro de la locación, ocasionando tiempos largos entre procesos.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Principio	Descripción	Cumplimiento		Observación
Distancia mínima recorrida	La distribución que permita mover los materiales en pequeñas distancias.	Si	No	Al no contar con una correcta planificación y gestión logística, las distancias recorridas son largas, pues los materiales se encuentran almacenados en sitios alejados de las puertas de acceso y despacho, además, se tienen recorridos innecesarios producto de una mala sectorización y ubicación de los materiales.
Flujo de materiales	La distribución que cuente con áreas de trabajo ordenadas, distribuidas y que permitan una secuencia de materiales óptima.	Si	No	La inadecuada distribución de la bodega genera tiempos largos de recepción, almacenamiento y despacho, dificultando el flujo de materiales requeridos en el área de producción.
Volumen ocupado	La distribución que utilice los espacios tanto horizontales como verticales de una manera eficiente.	Si	No	Al no contar con un sistema estructural de almacenamiento adecuado, no se aprovecha el espacio volumétrico de las instalaciones, a pesar que la locación cuenta con varios racks, no son suficientes para la cantidad de materiales almacenamos, además se encuentran obsoletos.
Satisfacción y seguridad	La distribución que proporcione y garantice seguridad a los trabajadores dentro de las instalaciones.	Si	No	Cuando no se cuenta con un estricto control en seguridad industrial, los trabajadores se ven expuestos a sufrir lesiones al momento de realizar sus actividades, pues las condiciones actuales de la bodega son deficientes y no garantizan su bienestar.
Flexibilidad	La distribución que pueda ajustarse y cambiar rápidamente a las exigencias del mercado.	Si	No	Al no tener una buena gestión de inventarios y de almacenamiento, se torna complicado actuar de forma rápida a los requerimientos cambiantes e inesperados, a esto sumarle un exceso de materias primas y un defectuoso almacenamiento.

La distribución de instalaciones de la bodega de materias primas de la empresa no cumple con ninguno de los principios básicos de la distribución, las causas están relacionadas con una mala planificación logística de almacenamiento, exceso de inventarios, almacenamiento desorganizado y no contar con un correcto sistema de almacenamiento.

Matriz de cumplimiento de los principios de almacenaje

La matriz está compuesta por seis principios destinados al uso eficiente de las instalaciones, equipos y herramientas, el uso de los mismos permite aprovechar los espacios físicos y estructurales de la locación, en la Tabla 32 se muestran los principios básicos, se tiene una leve descripción y se determina el cumplimiento de cada uno de ellos.

Tabla 32. Matriz de cumplimiento de los principios de almacenaje

CALZADO GAMO'S				
PRINCIPIOS BÁSICOS DE ALMACENAJE				
Principio	Descripción	Cumplimiento		Observación
Maximizar el espacio	Utilizar todo el espacio físico del establecimiento, aprovechar el espacio cúbico con la utilización de estanterías y racks.	Si	No	Al no contar con un sistema estructural de almacenamiento adecuado, no se aprovecha el espacio volumétrico de las instalaciones, a pesar que la locación cuenta con varios racks, no son suficientes para la cantidad de materiales almacenamos, además se encuentran obsoletos.
Uso de la mejor unidad de carga	Agrupación en conjunto de varios artículos individuales de características similares, mejoran el manejo, transporte y los movimientos internos.	Si	No	La no presencia de maquinaria y equipos destinados a la manipulación de materiales, dificulta el cumplimiento de este principio, pues se manejan los materiales de forma individual y no en conjunto.
Minimizar los movimientos	Dimensionar las instalaciones de tal manera que permita simplificar los movimientos y transportes, agilizando las operaciones internas y liberando los pasillos de tránsito.	Si	No	Al tener un almacenamiento desorganizado y exceso de inventarios, los movimientos son extensos, pues se almacenan las materias donde exista el espacio y no en base a un estudio previo.

CALZADO GAMO'S				
PRINCIPIOS BÁSICOS DE ALMACENAJE				
Principio	Descripción	Cumplimiento		Observación
Controlar los movimientos y la ubicación	Coordinar y controlar los movimientos de los materiales, contar con un correcto mapeo de ubicación de los materiales, agilizando el flujo de los mismos.	Si	No	No se cuenta con un correcto mapeo de la ubicación de los materiales, lo que aumenta los movimientos y dificulta identificación de los lugares donde se encuentran almacenados los materiales requeridos.
Promover un lugar seguro	Contar con instalaciones seguras, dotadas de: iluminación, equipo de lucha contra incendios, equipos y materiales adecuados, señalética, ventilación y el EPP para los trabajadores.	Si	No	Este principio no se cumple a cabalidad, pues la infraestructura no es la óptima, no se cuenta con el EPP adecuado para los trabajadores, el almacenamiento de los materiales puede generar caídas de objetos y derrumbamiento de las cajas, además de no contar con un estudio de riesgos.
Fácil control de existencias	Gestionar y controlar los materiales existentes dentro de la locación, mantener solo lo que se utiliza.	Si	No	Existe un exceso de materiales en la locación producto a una deficiente planificación, además, no se cuenta con indicadores.

Las instalaciones no cumplen con ningún principio básico de almacenaje, pues en la locación no se tiene un sistema de almacenamiento eficiente que permita aprovechar e introducir estos principios al desarrollo cotidiano de los procesos internos.

Matriz de cumplimiento de la normativa nacional vigente

La matriz está compuesta por ciertos artículos referentes a las disposiciones gubernamentales que se aplican a nivel nacional mencionadas en el Decreto Ejecutivo 2393, en la Tabla 33 se enlistan los artículos que están relacionados con las condiciones estructurales y el desarrollo de los procesos internos, determinando su cumplimiento.

Tabla 33. Matriz de cumplimiento de la normativa nacional vigente

CALZADO GAMO'S				
DECRETO EJECUTIVO 2393				
Artículo	Descripción	Cumplimiento		Observación
Capitulo II Edificios y locales Art. 21.	Seguridad Estructural	Si	No	
Capitulo II Edificios y locales Art. 23.	Suelos, techos y paredes	Si	No	Pero, no se cumplen en su totalidad, pues los suelos presentan grietas que dificultan la circulación y el techo agujeros, permitiendo el paso de agua.
Capitulo II Edificios y locales Art. 24.	Pasillos	Si	No	Los pasillos son inferiores a 800 mm (0,80 m) y obstaculizados.
Capitulo II Edificios y locales Art. 28.	Escaleras de mano	Si	No	Sin embargo, se sugiere renovar las escaleras, pues ya no están en óptimas condiciones.
Capítulo V Manipulación y almacenamiento Art. 128.	Manipulación de materiales	Si	No	Se cuenta con coches limitados, no se tiene un montacargas que facilite el manejo y transporte de materiales. También no se cuenta con el equipo de protección personal apropiada.
Capítulo V Manipulación y almacenamiento Art. 129.	Almacenamiento de materiales	Si	No	El exceso de materias primas a almacenar genera caos interno, no se cuentan con las aturas permitas, pues el almacenamiento de paquetes supera los 2,50 m. sin racks.
Capítulo VI Vehículos de carga y transporte Art. 128.	Circulación de vehículos	Si	No	La distancia entre pasillos impide la circulación de vehículos como montacargas internamente.
Capítulo VI Vehículos de carga y transporte Art. 131.	Carretillas o carros manuales	Si	No	Se cuenta con coches manuales con capacidad de carga limitada.

DECRETO EJECUTIVO 2393

Artículo	Descripción	Cumplimiento		Observación
Capítulo VII Manipulación, almacenamiento y transporte de mercaderías peligrosas Art. 136.	Almacenamiento, manipulación y trabajos en depósitos de materiales inflamables.	Si	No	El almacenamiento no es adecuado, pues no se tiene un lugar destinado para este tipo de materiales.
Título V Protección colectiva Capítulo I Prevención de incendios Art. 143.	Emplazamientos de los locales	Si	No	El lugar de almacenamiento de productos químicos inflamables, no cuenta con la ventilación y las garantías de utilización adecuada.
Título V Protección colectiva Capítulo II Instalación de detección de incendios Art. 154.	En los locales de alta concurencia o peligrosos se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuentes de suministro.	Si	No	No cuenta con la señalética, ni fuentes de suministros.
Capítulo III Instalación de extinción de incendios Art. 155.	Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.	Si	No	
Capítulo III Instalación de extinción de incendios Art. 159.	Extintores móviles	Si	No	Extintor de polvo (PQS)
Capítulo VI Señalización de seguridad Art. 168.	Condiciones de utilización	Si	No	La locación no tiene señalética de piso

Las instalaciones cumplen con el 50% de los parámetros mencionados en la normativa y considerados propicios para el caso de estudio.

3.1.8 Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se realiza una revisión literaria sistemática, la información fue tomada de fuentes científicas como: Web of Science, Scielo, Taylor and Francis y Redalyc, pues son utilizadas como referencia y directrices para la aplicación de la metodología PRISMA, la misma que se caracteriza por tener parámetros de análisis como: (i) preguntas de investigación, (ii) búsqueda documental, (iii) selección de documentos y (iv) extracción de datos, en la Figura 33 se puede observar la revisión sistemática, la metodología ayuda a la obtención de información filtrada e importante sobre cómo se aplican los principios de almacenaje y las técnicas de distribución en las empresas a nivel mundial, los beneficios de la implementación y las nuevas tecnologías que se pueden implementar.

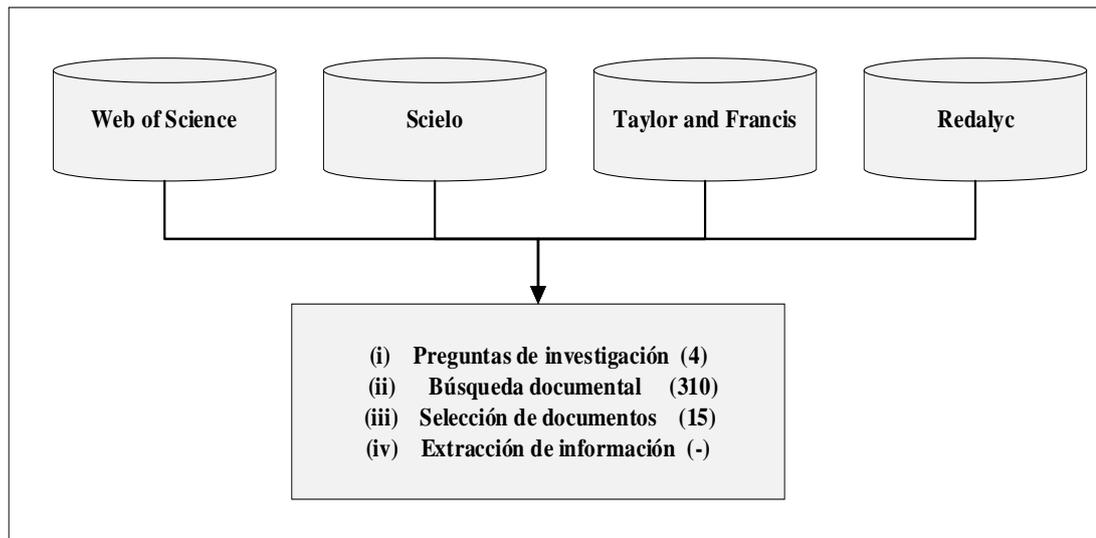


Figura 33. Revisión sistemática de información.

(i) Preguntas de investigación para el desarrollo de la metodología PRISMA

Sirven para direccionar la investigación, las preguntas están relacionadas a la temática de interés, a su vez, es importante considerar aspectos o puntos de vista para cada una de las preguntas como: distribución de instalaciones (VP1), sistemas estructurales de almacenamiento (VP2), principios de almacenaje (VP3), técnicas de distribución, asignación y despacho (VP4), innovaciones logísticas (VP5), e innovaciones de las grandes bodegas (VP6).

Bajo los parámetros y siguiendo los pasos sugeridos por la metodología PRISMA, se establecen cuatro preguntas de investigación, con la finalidad de direccionar la la temática de estudio como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Preguntas de investigación para el desarrollo de la metodología PRISMA

CALZADO GAMO'S		
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN – METODOLOGÍA PRISMA		
Número	Pregunta de investigación (RQ)	Motivación
RQ1	¿De qué manera la distribución de instalaciones mejora el sistema de almacenamiento en las bodegas de materias primas?	Identificar la influencia de la distribución de instalaciones en los sistemas de almacenamiento de materias primas.
RQ2	¿Qué principios de almacenamiento y técnicas de distribución se aplican en las bodegas?	Conocer los principios de almacenamiento de materias primas empleados en las bodegas a nivel mundial.
RQ3	¿Cuáles son los beneficios de aplicar principios de almacenamiento y técnicas de distribución en las bodegas?	Mejorar los sistemas de almacenamiento y la distribución de artículos dentro de una bodega de materias primas.
RQ4	¿Qué innovaciones realizan las grandes bodegas de materias primas para la mejora en sus sistemas de almacenamiento?	Conocer el accionar de las grandes empresas en torno al almacenamiento de sus productos y valorarlas para su aplicación a nivel local.

(ii) Búsqueda de documentos

Consiste en recopilar información de investigaciones actuales y de interés dentro de la misma temática investigativa, para tener una búsqueda óptima es importante emplear conectores booleanos, pues permiten reducir la cantidad de documentos, con ello la búsqueda centra su interés en aquellos documentos relacionados a las preguntas planteadas, en la Tabla 35 se detallan los términos de búsqueda en inglés y en español en base a las preguntas de investigación, relacionándolos con cada uno de los puntos de vista.

Tabla 35. Términos de búsqueda y puntos de vista

CALZADO GAMO'S					
BÚSQUEDA DE DOCUMENTOS					
N° Búsqueda	Términos de búsqueda en inglés	Términos de búsqueda en español	Desglose de Términos de Búsqueda	Desglose de Términos de Búsqueda en ingles	Punto de vista
1	"Distribution" & "facilities" OR "system" & "storage" & "warehouses"	"Distribución" & "instalaciones" OR "Sistema" & "almacenamiento" & "bodegas"	"Distribución" & "instalaciones" & "bodegas"	"Distribution" & "facilities" & "warehouses"	VP1
			"Sistema" & "almacenamiento" & "bodegas"	System & "storage" & "warehouses"	VP2
2	"Principles" & "warehousing" OR "Techniques" & "distribution" & "warehouses"	"Principios" & "almacenamiento" OR "Técnicas" & "distribución" & "bodegas"	"Principios" & "almacenamiento" & "bodegas"	"Principles" & "storage" & "warehouses"	VP3
			"Técnicas" & "distribución" & "bodegas"	"Techniques" & "distribution" & "warehouses"	VP4
3	"Innovations" & "warehousing" & "raw materials" OR "Systems" & "storage"	"Innovaciones" & "bodegas" & "materias primas" OR "Sistemas" & "almacenamiento"	"Innovaciones" & "bodegas" & "materias primas"	"Innovations" & "wineries" & "raw materials"	VP5
			"Innovaciones" & "Sistemas" & "almacenamiento"	"Innovations" and "Systems" and "storage"	VP6

Como resultado de la investigación se obtiene: 101 documentos de Web of Science, 10 documentos de Scielo, 84 documentos de Taylor and Francis y finalmente 115 documentos de Redalyc, resultando en 310 documentos en total.

(iii) Selección de documentos

Este proceso está destinado a discernir todos los documentos obtenidos en la búsqueda de información, los documentos pasan por filtros de inclusión y exclusión, permitiendo la obtención de información de gran relevancia y calidad, en la Tabla 36 se enlistan los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 36. Criterios de inclusión y exclusión de documentos

CALZADO GAMO'S		
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN		
Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos afines a la temática	Artículos duplicados
C2	Artículos en inglés y español	Conferencias, libros, informes, página web.
C3	Artículos relacionados a la distribución de instalaciones en bodegas.	Investigaciones realizadas en otras áreas que no sea la industrial.
C4	Artículos relacionados al sistema de almacenamiento de materias primas	Artículos no relacionados al tema
C5	Artículos relacionados a los principios de almacenamiento de materias primas.	Artículos no relacionados al tema

Una vez empleados los criterios de inclusión y exclusión, se organiza y ordena la información conforme a nivel de importancia para el estudio, analizando el tema, resumen, introducción, metodología, resultados y conclusiones de cada uno de los documentos, asegurándose que cada uno de ellos contribuya como respaldo para sustentar las preguntas de investigación.

Entre los filtros adicionales para la selección de documentos se presentan: la eliminación información duplicada, análisis después del criterio del título, análisis después de criterio del resumen y las conclusiones y por último un análisis final después de leer todo el documento, en la Figura 34 se desarrolla un diagrama de flujo conforme lo establece la metodología PRISMA.

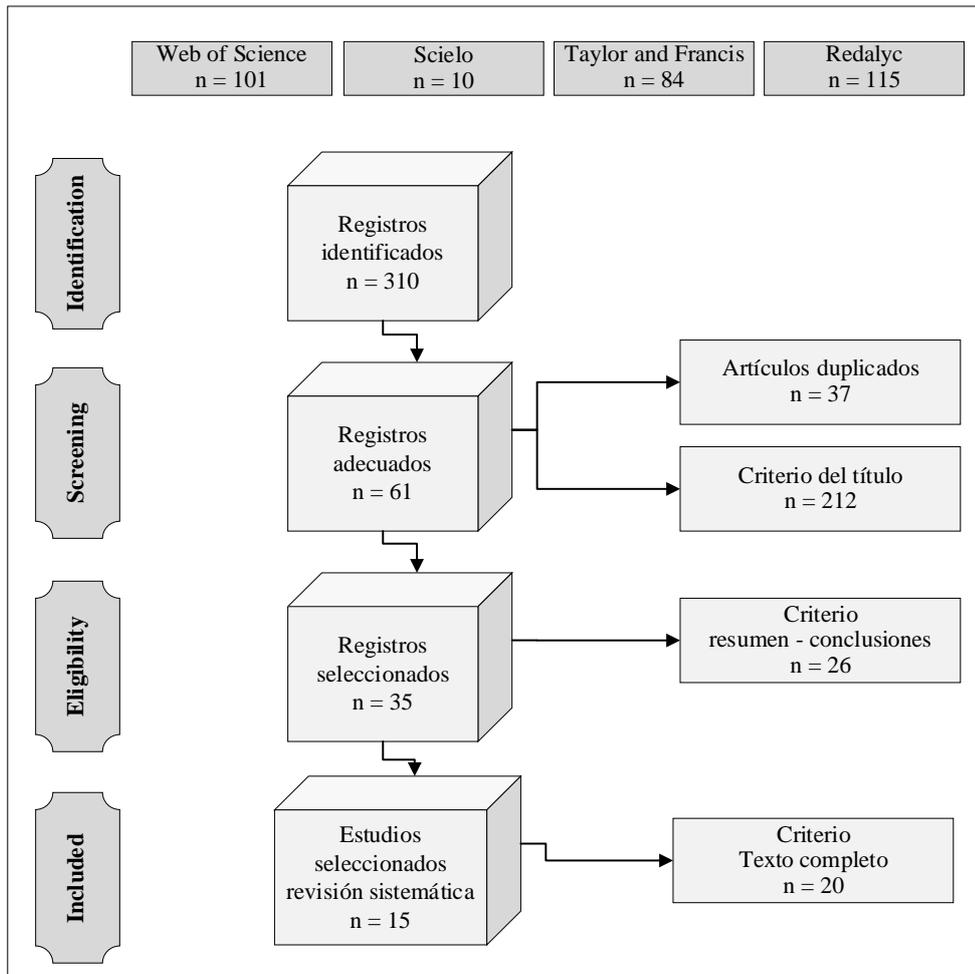


Figura 34. Diagrama de aplicación metodología PRISMA.

(iv) Extracción de datos

Una vez seleccionados e identificados los documentos más representativos mediante la revisión sistemática, se realiza una nueva revisión general de todos estos documentos, permitiendo un análisis global verificando que la selección sea la adecuada.

La búsqueda bibliográfica está conformada por publicaciones científicas desde el año 2011 hasta 2022, pues con el pasar del tiempo se han implementado nuevos métodos que dan cumplimiento a las exigencias del sector industrial buscando establecerse en lugares estratégicos, la extracción de datos está focalizada a 15 estudios seleccionados mediante la revisión sistemática, la información obtenida se plasma en la Tabla 37, la cual contiene información general y las consideración aplicativas de los artículos científicos, el orden estará en función de los puntos de vista previamente establecidos.

Matriz de hallazgos mediante la aplicación metodología PRISMA

Tabla 37. Matriz de hallazgos mediante la aplicación metodología PRISMA

CALZADO GAMO'S							
MATRIZ DE HALLAZGOS							
Cód.	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo	Consideraciones aplicativas
[42]	Improving picking performance at a large retailer warehouse by combining probabilistic simulation, optimization, and discrete-event simulation	Web of Science	2020	VP1	M. Amorim Lopez, L. Guimares, J. Alves and B. Almada Lobo	Proponer una metodología de tres pasos, permitiendo la optimización, distribución de las instalaciones y asignación de almacenamiento, mejorando el proceso de picking, la metodología se denomina SOS, ya que está relacionada con la simulación probabilística, optimización y la simulación basa en eventos.	<ul style="list-style-type: none"> Muelles de carga y descarga Áreas de almacenamiento Áreas recuperación, preparación y despacho de pedidos Distancia entre pasillos Número de pasillos Políticas de asignación de ubicaciones Tipos de almacenamiento (fijo - específico - clasificación ABC)
[43]	Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de distribución, CEDIS)	Scielo	2011	VP1	J. Arrieta Posada	Plasmar ciertos aspectos fundamentales para administrar y controlar los centros de almacenamiento y distribución, proporcionando estrategias viables para la obtención de las condiciones de un almacén de clase mundial.	<ul style="list-style-type: none"> Considerar el espacio para las herramientas, maquinarias y equipos empleados en el desarrollo de las actividades. Estudio de tiempos y movimientos en base a las distancias recorridas Zonificar la distribución asignando colores a los productos o lugares visitados Reasignar ubicaciones, productos más concurridos más cerca del pasillo principal o puntos de entradas y salidas.
[44]	Layout design options for warehouse management	Web of Science	2020	VP2	J. Saderova, L. Poplawski, M. Balog, S. Michalkova and M. Cvoliga	Diseñar un sistema de estanterías para el almacenamiento de productos, plasmando una serie de aspectos que ayudan a determinar las especificaciones de diseño.	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de racks y estanterías Dimensionamiento del campo del bastidor. Ancho de los pasillos de trabajo Área del sistema de racks
[45]	A bi-directional flow-rack automated storage and retrieval system for unit-load warehouses	Taylor and Francis	2014	VP2	Zhixi Chen, Xiaoping Li and Jatinder Gupta	Proponer un sistema de almacenamiento y recuperación mediante la utilización de un rack de flujo bidireccional, la utilidad del estudio radica en la optimización del espacio.	<ul style="list-style-type: none"> Optimización del espacio físico de las instalaciones Racks bidireccionales Aprovechar la gravedad permitiendo que los materiales se deslicen hasta el punto recuperación.
[46]	Optimization of storage location assignment in automated warehouse	Web of Science	2020	VP2	D. Yang, Y. Wu, W. Ma	Gestionar eficazmente los sistemas de almacenamiento, estableciendo parámetros de estabilidad de los estantes, un correcto acceso y la optimización de la asignación de ubicaciones de las mercaderías, resultando en una mejora en la eficiencia de la operatividad en general y reduciendo los costos de manejo y almacenamiento de mercancías.	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de utilización del sistema Mejor de control de inventarios Estabilidad de los estantes Distribución uniforme (mayor peso en la parte inferior) Flujo y movimiento
[47]	Digital twin-driven joint optimisation of packing and storage assignment in large-scale automated high-rise warehouse product-service system	Taylor and Francis	2019	VP3	J. Leng, D. Yan, Q. liu, H. Zhang, G. Zhao, L. Wei, D. Zhang, A. Yu and X. Chen	Desarrollar un sistema impulsado por gemelos digitales acoplado datos en tiempo real del sistema de servicio de productos del almacén físico y luego mapearlos al modelo de red, está enfocado en maximizar la utilización del espacio físico y mejorar la eficiencia del almacén.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar el llenado de estanterías y asignación de almacenamiento Uso de la mejor unidad de carga Asignación de tareas de almacenaje



MATRIZ DE HALLAZGOS

Cód.	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo	Consideraciones aplicativas
[48]	Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados	Scielo	2018	VP3	J. L. Cardona Tunubala, J. P. Orejuela Cabrera, C. A. Rojas Trejos	Evidenciar la importancia de contar con una buena gestión y control de inventarios, supervisando que la cantidad total de sitios de almacenamiento asignados para cada una de las familias de productos sea igual a la cantidad de lugares de almacenamiento requeridos.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar los movimientos • Minimizar las distancias recorridas totales • Control de la cantidad de sitios de almacenamiento
[49]	Example of Warehouse System Design Based on the Principle of Logistics	Web of Science	2021	VP3	J. Saderova, A. Rosova, M. Sofranko and P. Kacmary	Diseñar un almacén dotado de un sistema de almacenamiento compuesto del conjunto de estanterías y el equipamiento de servicio, el conjunto de estanterías debe estar diseñado de tal manera que no pueda ceder o caerse.	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar lugares propicios de almacenamiento • Equipamiento, maquinarias y herramientas para las operaciones de almacenamiento y recuperación • Pasillos diseñados en función de las maquinarias utilizadas
[50]	The adaptive approach for storage assignment by mining data of warehouse management system for distribution centres	Taylor and Francis	2011	VP4	D. Huang Chiang, C. Ping Lin and M. Chen Chen	Presentar un enfoque DMSA diseñado para determinar la asignación de almacenamiento óptima para los productos recién entregados que deben guardarse cuando hay espacio vacío en los estantes de un centro de distribución.	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupar el espacio volumétrico de las instalaciones • Controlar los movimientos y ubicaciones de los materiales • Taza de rotación de productos
[51]	Metaheuristics for order batching and sequencing in manual order picking systems	Web of Science	2013	VP4	S. Henn, V. Schmid	Disminuir los viajes y los tiempos para la recuperación y preparación de pedidos, mejoramiento la distribución de los lugares de almacenamiento mediante la aplicación de metaheurísticas en tres fases, la primera basada en una heurística de búsqueda local iterada, la segunda relacionada con un escalador de colinas caracterizada en atributos y finalmente una heurística basada en el principio de búsqueda Tabú.	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos heurísticos de asignación de ubicaciones, disminución de recorridos • Controlar los movimientos y ubicaciones • Mejorar la recolección de pedidos • Minimización de las distancias entre la ubicación inicial y la salida
[52]	Tabu search heuristics for the order batching problem in manual order picking systems	Web of Science	2012	VP4	S. Henn, G. Wascher	Disminuir y resolver los problemas de procesamiento por lotes con la finalidad de disminuir la longitud total de desplazamiento empleados para la recolección de todos los pedidos requeridos, se proponen dos enfoques basados en el principio de búsqueda Tabú, la primera es una búsqueda tabú clásica (TS) y la segunda es el escalador basado en atributos (ABHC).	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de búsqueda Tabú • Flexibilizar los procesos
[53]	Methodology proposal for storage rationalization by implementing principles of industry 4.0. in a technology-driven warehouse	Web of Science	2020	VP5	M. Zoubek, P. Poor, T. Broum, M. Simon	Relacionada con la implementación de tecnologías a los centros de almacenamiento, convirtiéndolos en almacenes automatizados o almacén 4.0 aplicando nuevas herramientas tecnológicas tecnologías.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de colectores robóticos móviles • Códigos de barras • Tarjetas y tablets inteligentes • Identificación por radiofrecuencia (RFID) • Sistemas ciber-físicos (CPS) • Sistemas de localización en tiempo real • AGV integrados



MATRIZ DE HALLAZGOS

Cód.	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo	Consideraciones aplicativas
[54]	How to benefit from order data: correlated dispersed storage assignment in robotic warehouses	Taylor & Francis	2021	VP5	M. Mirzaei, M. Zaerpour and R. Koster	Dar a conocer cómo pueden interactuar tanto las estructuras de almacenamiento, la asignación de productos y robots móviles para transportar los productos desde el punto de almacenaje al punto de despacho, minimizando el tiempo de viaje total.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos NP-hard • Heurísticas de construcción para la resolución de problemas • Móviles robóticos
[55]	A simulation study on the robotic mobile fulfillment system in high-density storage warehouses	Web of Science	2021	VP6	X. Li, X. Yang, C. Zhang, M. Qi	Impulsar un sistema de manejo de materiales de piezas a colector robótico móvil, tiene como finalidad abaratar costos de mano de obra y tener una mayor eficiencia en el proceso de recolección, el estudio está enfocado a almacenes con espacios limitados, pero de alta densidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas a colector robótico móvil
[56]	Innovation management and automated accounting in the chaotic storage logistics	Web of Science	2020	VP6	Z. M. Mykhaylo, V. Muravskyi, N. Pochynok, A. Hrytsyshyn	Desarrollar disposiciones organizativas y metodológicas para la implementación de sistemas logísticos de almacenamiento caóticos y la implementación de tecnologías de radiofrecuencia para la identificación de productos, optimizando la gestión de los almacenes - Amazon.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas logísticos de almacenamiento caótico • Tecnologías de radiofrecuencia

Análisis de los resultados

Se observan resultados favorables en la aplicación de los principios de almacenaje y las técnicas de distribución para mejorar el desarrollo de los procesos dentro de la bodega de materias primas.

Los resultados están en función a la revisión literaria sistemática efectuada, donde se identificaron los documentos investigativos más representativos, resaltando aquella información necesaria y útil para el desarrollo de la propuesta de investigación, considerando los puntos de vista previamente establecidos.

Distribución de instalaciones (VP1)

La distribución de instalaciones es de gran importancia para las organizaciones, pues una correcta distribución permite desarrollar las operaciones internas de manera óptima, consiste en definir el lugar ideal para los departamentos, estaciones de trabajo y centros de almacenamiento de materiales, para determinar la influencia e importancia de la distribución en los sistemas de almacenamiento se deben considerar aspectos relacionados con el diseño, dimensiones de las instalaciones y la presencia de elementos físicos que mejoran el sistema de almacenamiento como: muelles de carga y descarga, áreas cross-docking, distancia entre pasillos, número de pasillos, sistemas estructural de almacenamiento, áreas de almacenamiento, áreas de recuperación y preparación de pedidos, a su vez, se deben propiciar políticas de asignación y estrategias para mejorar el almacenamiento como: almacenamiento aleatorio (donde exista espacio), almacenamiento fijo (lugares específicos) o almacenamiento por clases (clasificación ABC), procurando que siempre exista un espacio libre a los pasillos y corredores para un acceso rápido a los productos [42], la distribución de instalaciones debe considerar las herramientas, maquinarias y equipos empleados en el desarrollo de las actividades, la influencia de la distribución de instalaciones en los sistemas de almacenamiento deben abordar un análisis el cual contenga: el número de visitas por periodo de tiempo a cada lugar de almacenaje, determinar los tiempos y distancias recorridas a cada lugar, asignar colores y redistribuir las ubicaciones de los productos almacenados, tratando que los productos más visitados se posicionen más cerca del pasillo principal o los puntos de entradas y salidas, evaluar nuevamente los tiempos y distancias recorridas con la finalidad de evidenciar las mejoras [43], todos

estos aspectos mejoran la distribución de instalaciones y contribuyen a la reducción de los tiempos, transportes y distancias recorridas agilizando los procesos internos.

Sistemas estructurales de almacenamiento (VP2)

Los sistemas de almacenamiento se vinculan al conjunto de estructuras físicas empleadas para almacenar materiales aprovechando el espacio cúbico de las instalaciones, uno de los principales elementos empleados en estos sistemas son los racks y las estanterías, los sistemas de estanterías mediante racks de paletas para el almacenamiento plasman una serie de aspectos que ayudan a determinar las especificaciones de diseño, tales como: el dimensionamiento del campo del bastidor, el ancho de los pasillos de trabajo, el ancho de los pasillos de tráfico, el área del sistema de racks y el porcentaje de utilización del sistema, mejorando el sistema estructural de almacenamiento, asegurando una eficiente preparación de pedidos y minimizando los recorridos, el sistema de gestión de almacenes permite incrementar la eficiencia de las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho, además, permite un mejor control de los inventarios [44], de igual forma, la creación e implementación de racks bidireccionales pueden mejorar enormemente el sistema estructural de almacenamiento, el funcionamiento está bajo parámetros de gravedad, pues presenta una ligera inclinación permitiendo que las unidades de carga se deslicen hasta la parte frontal para su recuperación, disminuyendo los movimientos y optimizando el espacio físico de las instalaciones, el rack de flujo cuenta con una entrada y una salida, la entrada permite el almacenamiento y por efecto de la gravedad las cajas se van desplazando hasta la salida [45], al emplear este tipo de sistemas estructurales de almacenamiento se requieren ciertos parámetros técnicos para su estabilidad y utilización, bajo este criterio, se tienen varios principios de análisis como: Principio de entrada del almacén automático, relacionado con la distribución uniforme, este principio tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las entradas evitando la aparición de elementos en los pasillos, se pueden dividir en distribución uniforme de ubicación, distribución uniforme de bienes y distribución uniforme de cargas y equipos. Principio de asignación, hace referencia al estante de carga uniforme, mencionando que los artículos más pesados se deben almacenar en la parte inferior o más cercana al suelo, obteniendo una fuerza uniforme en la estantería, garantizando la estabilidad del mismo, finalmente., Principio de estrategia de picking en el almacén,

se relaciona con la preparación de pedidos, una vez que el operario acepte el pedido, se transportará en el almacén de acuerdo a la entrada de pedido del cliente, la implementación de estos principios, resulta en una mejora eficiente de la operatividad en general, reduciendo los costos de manejo y almacenamiento de mercancías [46].

Principios de almacenaje (VP3)

Los principios de almacenaje están vinculados con la gestión de almacén y relacionados con operaciones que garantizan el funcionamiento eficiente del centro de almacenamiento, al incorporar modelos de optimización genéricos basados en sistemas digitales binarios se mejora el llenado de estanterías y la asignación del almacenamiento es eficiente, haciendo uso de la mejor unidad de carga, además, se proponen principios para la distribución y optimización de almacenaje, tales como: asignación de tareas, priorizando las tareas de mayor urgencia, delimitación y orden del tiempo en base a la secuencia de arribo, posicionamiento y ubicación de los sku de mayor peso en la parte inferior y de menor peso en la parte superior y la distribución de lugares para todas unidades de carga a almacenar [47], se enfoca en la minimización de los movimientos y la distancia total recorrida, midiéndose desde el punto de ingreso o salida hacia cada uno de los lugares de almacenamiento, garantizando que en un lugar determinado solo pueda asignarse un producto o una familia de productos en específico, controlando que la cantidad total de sitios de almacenamiento asignados para cada una de las familias de productos sea igual a la cantidad de lugares de almacenamiento requeridos [48].

Una de las partes fundamentales para el diseño de un almacén es maximizar el uso del espacio, el sistema estructural de almacenamiento permite aprovechar el espacio cúbico de las instalaciones y cumplir este parámetro, el conjunto de estanterías y el equipamiento de servicio deben estar diseñado de tal manera que no puedan ceder o caerse, se deben seleccionar en función de las cargas a soportar y en base a las dimensiones de la locación, el equipamiento de servicio está relacionado con todos los equipos, máquinas y herramientas utilizadas en las operaciones de almacenamiento y recuperación como: montacargas, coches, apiladores de estanterías, etc., y estarán seleccionadas en función al ancho de los pasillos, la altura del conjunto de estanterías y las dimensiones de las instalaciones [49].

Técnicas de distribución, asignación y despacho (VP4)

Los beneficios de aplicar los principios de almacenamiento y técnicas de distribución son amplios, pues mejoran enormemente el desarrollo de las operaciones internas permitiendo flexibilizar los procesos.

Maximizar el espacio: con un enfoque adaptativo de la asignación de almacenamiento y el uso eficiente del espacio físico en las instalaciones, se obtienen grandes beneficios, radica en asignar los espacios adecuados en las estanterías disponibles, agilizando las operaciones y optimizando el espacio físico de las instalaciones, a su vez, se pueden controlar los movimientos y la ubicación de los sku's, el enfoque consta de dos etapas, la primera utiliza minería de reglas de asociación para el cálculo del soporte que relaciona a dos productos, la segunda es utilizada para evaluar la adecuación entre los productos recién entregados y las ubicaciones disponibles en función de la conveniencia de la preparación de pedidos, no sólo se debe considerar la tasa de rotación de un solo producto y la distancia entre la ubicación y la salida, sino también, las relaciones de pedido entre los productos [50].

Disminución de tiempos y recorridos: mostrando estrategias metaheurística para el procesamiento y preparación de pedidos, la aplicación de la estrategia radica en tres fases, la primera basada en una heurística de búsqueda local iterada, la segunda relacionada con un escalador de colinas caracterizada en atributos y finalmente, la tercera presenta una heurística basada en el principio de búsqueda Tabú, resultando en la disminución de los viajes y la minimización de tiempos para las actividades de recuperación y preparación de pedidos, mejorando la distribución de los lugares de almacenamiento, mediante la aplicación de las estrategias metaheurística se puede mejorar en un 46% la recolección de pedidos operando de manera eficiente [51].

Flexibilidad: utilizar métodos de búsqueda Tabú para contrarrestar el problema de procesamiento por lotes de requerimiento en sistemas manuales de preparación de pedidos, enfocándose en la disminución y resolución de problemas del procesamiento por lotes y mejorando la flexibilidad de las operaciones, emplea dos etapas, la primera es una búsqueda tabú clásica (TS), la cual simula los procesos de la memoria humana y la segunda es el escalador basado en atributos (ABHC) relacionada con el hecho de

que solo se deben tomar tres decisiones generales de diseño: la selección de la solución inicial, la estructura del vecindario y el conjunto de atributos [52].

Innovaciones logísticas (VP5)

Las innovaciones tecnológicas han aportado a los centros de almacenamiento tecnologías útiles y necesarias para competir a nivel mundial, mostrando propuestas para la racionalización del almacenamiento, se dirigen a la implementación de los principios de la industria 4.0 a los centros de almacenamiento, convirtiéndolos en almacenes automatizados o almacén 4.0 aplicando tecnologías como: códigos de barras, tarjetas inteligentes, tabletas inteligentes, identificación por radiofrecuencia (RFID), sistemas de localización y ubicación en tiempo real, AGV integrado, automatización de carga y descarga de camiones, sistemas de recuperación basados en lanzaderas y la implementación de robots transportadores, creando un sistema de gestión logística de almacenamiento inteligente y un sistema ciber-físico (CPS) que recrea copias virtuales de entornos reales e interactúa con mundos virtuales, al implementar almacenes 4.0 se busca eliminar los problemas que generan desperdicios en la logística interna, incrementando el nivel de respuesta en la preparación de pedidos, aumenta la capacidad del almacén sin incrementar su capacidad física, reduciendo el número de fallos, entre otros beneficios [53], se da a conocer como interactúan tanto las estructuras de almacenamiento, la asignación de productos y los robots móviles para transportar los productos desde el punto de almacenaje inicial al punto de despacho, minimizando el tiempo de viaje total, también se emplean modelos NP-hard basados en el desarrollo de una heurística de construcción para la resolución de problemas, propiciando la asignación de almacenamiento para productos en grupos, asignación de grupos a zonas y dispersión de productos en varios grupos basados en los históricos de las ventas y en la frecuencia de rotación mediante la utilización de móviles robóticos [54].

Innovaciones en las grandes bodegas (VP6)

Entre las innovaciones más notorias en las grandes empresas se tienen sistemas de manejo de materiales de piezas a colector robótico móvil, abaratando costos de mano de obra y obteniendo una mayor eficiencia en el proceso de recolección, se enfocan a los almacenes con espacios limitados pero de alta densidad, funciona bajo tres parámetros para desarrollar las actividades, el primero relacionado con la asignación de tareas, el segundo basado en la elección y generación de las rutas y el tercero direccionado al control de tráfico, demostrando que con la implementación de estos parámetros se puede ahorrar un 10% del espacio destinado al almacenamiento en locaciones de gran densidad y logrando una mejor utilización del espacio [55].

Desarrollando disposiciones organizativas y metodológicas para la implementación de sistemas logísticos de almacenamiento caóticos y la implementación de tecnologías de radiofrecuencia para la identificación de productos, se optimiza la gestión de los almacenes, se establece que el sistema de almacenamiento caótico agiliza la gestión de los almacenes, este sistema se basa en transferir los productos a los espacios libres del almacén en la sección con números de series mercados, a su vez, fomenta el uso de radiofrecuencia para identificar los productos almacenados, garantizando la recepción autónoma de datos contables relacionados con el movimiento y el almacenamiento de productos sin la participación directa del personal logístico, logrando un control más minucioso de los inventarios y optimizando la gestión de los procesos logísticos, Amazon es una de las empresas de clase mundial que utilizan este tipo de tecnologías [56].

3.1.9 Rediseño de la distribución de instalaciones para la bodega de materias primas

La propuesta de rediseño está focalizada en cinco parámetros de diseño, pues cada uno proporciona información necesaria de referencia para desarrollar la nueva distribución de instalaciones para bodega de materias primas de la empresa del calzado Gamo's, los parámetros de diseño se detallan a continuación.

1. Fundamentos teóricos referencias en basa a la matriz de hallazgos (Técnicas de distribución).
2. Principios básicos de distribución de instalaciones y principios básicos de almacenaje.
3. Distancia entre pasillos.
4. Señalética horizontal.
5. Extintores portátiles contra incendios.

1. Fundamentos teóricos referencias en basa a la matriz de hallazgos.

Está relacionado con la aplicación de la metodología PRISMA, plasmando criterios aplicativos de varios autores relacionados con la matemática de estudio, en la Tabla 37 se muestra la matriz de hallazgos detallada previamente.

2. Principios básicos de distribución de instalaciones y principios básicos de almacenaje

Para la elaboración del rediseño de instalaciones es importante partir de un análisis referente a los principios básicos de distribución de instalaciones, pues aportan criterios elementales de optimización, además, se debe tener un enfoque en base a las necesidades internas de la locación, el diseño está destinado a mejorar las condiciones del centro de almacenamiento de materias primas, por tal motivo, los principios de distribución se encuentran bajo los criterios y consideraciones mencionados en los principios básicos de almacenaje, en la Tabla 38 se muestra una matriz con dos entradas, en la parte izquierda se detallan los principios de almacenamiento y la parte superior se enlistas los principios de distribución, el objetivo de la matriz es establecer criterios de relación entre los principios mencionados.

Tabla 38. Matriz de relación - Principios básicos de distribución y almacenaje

CALZADO GAMO'S						
Principios de Distribución	Integración de conjunto	Distancia mínima recorrida	Flujo de materiales	Volumen ocupado	Satisfacción y seguridad	Flexibilidad
Principios de almacenaje						
Maximizar el espacio	x		x	x		x
Uso de la mejor unidad de carga	x	x	x	x		x
Minimizar los movimientos	x	x	x			
Controlar los movimientos y la ubicación		x	x	x		x
Promover un lugar seguro					x	
Fácil control de existencias			x	x		x

Una vez vinculados y relacionados los principios básicos de almacenaje con los principios básicos de distribución de instalaciones, se analizan e interpretan las consideraciones aplicativas para el diseño y desarrollo de la propuesta, en la Tabla 39 se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 39. Consideraciones aplicativas - Principios básicos de distribución y almacenaje

CALZADO GAMO'S		
Principios de distribución	Principios de almacenaje	Consideración Aplicativas
Integración de conjunto	<p>Maximizar el espacio</p> <p>Uso de la mejor unidad de carga</p> <p>Minimizar los movimientos</p>	<p>Analizar la forma adecuada de integrar todo en conjunto, que tal forma que, los recursos materiales, humanos, tecnológicos y estructurales puedan correlacionar y funcionar de forma propicia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de racks para maximizar el espacio • Emplear de pallets para hacer uso de la mejor unidad de carga • Implementar un montacargas para los trasportes, minimizando los movimientos
Distancia mínima recorrida	<p>Uso de la mejor unidad de carga</p> <p>Minimizar los movimientos</p> <p>Controlar los movimientos y la ubicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento que disminuya el número de transportes totales. • Unitarización de las cargas, pues permiten mover una mayor cantidad de materiales al mismo tiempo, minimizando los movimientos y controlando la ubicación de los productos almacenados.
Flujo de materiales	<p>Maximizar el espacio</p> <p>Uso de la mejor unidad de carga</p> <p>Minimizar los movimientos</p> <p>Controlar los movimientos y la ubicación</p> <p>Fácil control de existencias</p>	<p>Contar con una distribución uniforme, señalizada, con pasillos acordes a las actividades internas, permitiendo una circular oportuna sin interrupciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unitarización de la carga • Tener una instalación que ocupe el espacio volumétrico de forma óptima, aumentando los espacios de almacenamiento • Asignar de forma efectiva las ubicaciones, permitiendo reducir los movimientos • Adquirir equipos computarizados que faciliten el control de las existencias, controlando los movimientos y las ubicaciones de los materiales
Volumen ocupado	<p>Maximizar el espacio</p> <p>Uso de la mejor unidad de carga</p> <p>Controlar los movimientos y la ubicación</p> <p>Fácil control de existencias</p>	<p>Permite utilizar un mayor espacio para el almacenamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de racks • Unitarización de las cargas • El montacargas ayuda a utilizar completamente el volumen ocupado dentro de la locación

CALZADO GAMO'S		
Principios de distribución	Principios de almacenaje	Consideración Aplicativas
Seguridad y satisfacción	Promover un lugar seguro	<ul style="list-style-type: none"> Una distribución que permita al trabajador efectuar sus actividades cotidianas sin riesgos es la mejor alternativa, pues promover un ambiente seguro, contar con la señalética, los equipos de luchas contra incendios y las guardas de seguridad necesarias, propician un ambiente laboral satisfactorio
Flexibilidad	Maximizar el espacio Uso de la mejor unidad de carga Minimizar los movimientos Controlar los movimientos y la ubicación Promover un lugar seguro Fácil control de existencias	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación de todas las consideraciones previas, permite responder rápidamente a las exigencias del mercado, pues el cumplimiento de todos los principios de almacenaje como los principios de distribución permiten contar con una locación flexible con una capacidad rápida de reacción y constante en el tiempo

3. Distancia entre pasillos

Según el Decreto Ejecutivo 2393 en el Capítulo VI – Vehículos de carga y transporte, Art. 128. Circulación de vehículos, número 3, literal a, menciona que: El ancho de los pasillos para la circulación de los vehículos en las fábricas, no será menor de 600 milímetros más que el ancho del vehículo o carga más amplia cuando se emplee para el tránsito en un solo sentido.

Bajo este criterio, se considera una distancia entre pasillos de 3,70 metros, derivados de la suma del montacargas 2,03 metros, las horquillas del montacargas 1,07 metros y lo sugerido por la normativa 0,60 metros.

La nueva distribución en la bodega 1, presenta 2 pasillos principales AB – CD a lo largo de la locación y 1 pasillo PS en que permite el acceso a los pasillos principales mencionados y en la bodega 2, de igual forma, presenta 2 pasillos principales FE – HG a lo largo de la locación y 1 pasillo RP que sirve de acceso para los pasillos mencionados, pero también se interconecta con la bodega 1, de forma global la nueva distribución tiene 4 pasillos principales y 2 transversales.

4. Señalética

La señalética horizontal sirve para regular el movimiento de peatones y maquinarias a través de caminos designados en el suelo, permitiendo moverse rápida y fácilmente a las diferentes áreas de trabajo (área de recepción, almacenamiento, distribución, procesamiento y despacho), los colores a utilizar se enlistan en la Tabla 40, la señalética no deberá estar por debajo de los 50 centímetros entre la parte más sobresaliente del elemento marcado y la zona de circulación o tránsito [57].

Tabla 40. Señalética horizontal [57]

CALZADO GAMO'S		
Color	Marcaje	Área
Amarillo		Pasillos, calles de tránsito y estaciones de trabajo
Blanco		Material y equipamiento que no tengan otro color
Rojo y blanco		Áreas que se deben mantener libre por motivos de seguridad/normativa

5. Extintores portátiles contra incendios

El cálculo de extintores está basado en las recomendaciones proporcionadas por Norma NFPA 10, la cual menciona que, el número de extintores portátiles contra incendios se obtiene mediante la aplicación de la Ecuación 2, además menciona que, la distancia entre extintores debe ser de 23 metros como máximo [58].

$$\text{N}^{\circ} \text{ de Extintores} = \frac{\text{Superficie total}}{\text{Máximo de area por unidad de piso A}} \quad (2)$$

Donde:

Superficie total = Multiplicación del largo por el ancho de las instalaciones en m².

Máximo de área por unidad de piso A = Multiplicación de la cantidad de la clasificación en m² por la superficie máxima por unidad A.

Para las instalaciones se considera una ocupación de riesgo ordinario (moderado), siendo la clasificación mínima por extintor individual 2-A y la cantidad de la clasificación 139.5 m².

$$\text{N}^\circ \text{ de Extintores} = \frac{868 \text{ m}^2}{2 * 139.5 \text{ m}^2} = 3.11 \cong 4 \text{ extintores}$$

La instalación contará con extintores de tipo polvo químico seco (PQS) y estarán ubicados en puntos estratégicos, este tipo de extintores están recomendados para fuego de tipo A, B, C y D.

Las instalaciones contarán con una cantidad mínima de 5 extintores de 40 libras, instalados de la siguiente forma:

- 1 en el acceso de recepción y despacho de materias primas.
- 1 en el pasillo RP en la unión de las dos bodegas.
- 1 en la parte donde se almacena productos químicos.
- 1 en el pasillo CD.
- 1 en el pasillo HG.

En la Figura 35 se muestran las recomendaciones según la Norma NFPA 10, para el posicionamiento y describe la altura permitida de los extintores portátiles contra incendios.



Figura 35. Señalética vertical de los extintores portátiles [58].

Distribución de instalaciones propuesto

La distribución de instalaciones propuesta contará con 54 racks selectivos, distribuidos por columnas A, B, C, D, E, F, G y H, las longitudes de los racks son constantes para todas las columnas, pero en ciertos puntos se adiciona espacio en función de los materiales a almacenar, las columnas A y H tiene un ancho de 1,60 metros (1,50 metros del rack + 0.10 metros) las columnas B, C, F y G tienen un ancho de 1,50 metros, y las columnas D y E tienen un ancho de 2,00 m (1,50 metros del rack + 0.50 metros), la altura del rack es 4.5 m y 3,30 metros de largo, es los sectores G1 y F1 no se emplean racks, pues estos espacios están destinados para almacenar tanques.

Se cuenta con 4 pasillos principales AB – CD – FE – HG con un ancho de 3,70 metros cada uno y una longitud de 31 metros para los pasillos AB - FE y de 26 metros para los pasillos CD – HG, además presenta 2 pasillos transversales PS – RP, el pasillo PS tiene un ancho de 2,90 m y una longitud de 12,4 metros, el pasillo RP que conecta las dos bodegas internamente presenta un ancho inicial de 3,70 metros hasta la rampa y se reduce a 1,60 metros hasta bodega adjunta su longitud es de 14,7 metros.

Se destina un lugar específico MC para el posicionamiento ordenado de aquellos materiales, equipos y herramientas destinados para la manipulación y transporte de las materias primas internas como: escaleras, coches metálicos y el montacargas.

Se delimitan los espacios para el tránsito y circulación tanto del personal como de los vehículos de carga y descarga por medio de la señalética horizontal conforme la Tabla 40, además se demarca los sectores donde se van a instalar los extintores, en la Figura 36 se muestra la distribución de instalaciones propuesta.

3.1.10 Asignación de ubicaciones

Para la asignación de ubicaciones en la nueva distribución de instalaciones se asocian dos consideraciones, el primero está en función a la categorización de las materias primas y la segunda enfocada a la aplicación de un método heurístico de asignación de ubicaciones, el cual determinar la mejor ubicación para las materias primas almacenadas, para la aplicación del método se debe considerar los siguientes pasos:

1. Clasificar todas las posiciones de menor a mayor.
2. Clasificar todos los sku´s de mayor a menor.
3. Asignar el sku más alto a la siguiente posición más baja.

A su vez, es importante destacar que para el desarrollo eficaz del método heurístico de asignación se debe realizar un análisis carga distancia de la situación propuesta y comparar los datos con situación actual, permitiendo conocer las distancias de las ubicaciones de las materias primas y diferenciarlas entre sí.

Aplicación del método heurístico de asignación

A continuación, se aplica el método heurístico de asignación conforme los pasos previamente mencionados:

1. Clasificar todas las posiciones de menor a mayor

Consiste en determinar las posibles ubicaciones partiendo de la medición de todos los lugares de almacenamiento de la nueva distribución, una vez determinadas las distancias, se posicionan las ubicaciones más cercanas a las zonas de recepción y despacho hasta las ubicaciones más alejadas (de menor a mayor), en la Tabla 41 se detallan las distancias de las ubicaciones posibles para el almacenamiento.

Tabla 41. Método heurístico - clasificar todas las posiciones respecto a las zonas de recepción y despacho

CALZADO GAMO'S								
N°	Ubicación	Distancia (m)	N°	Ubicación	Distancia (m)	N°	Ubicación	Distancia (m)
1	A1	6,66	20	E3	27,19	39	G2	33,89
2	A2	9,50	21	E4	27,19	40	H3	33,89
3	A3	12,80	22	F2	27,19	41	H1	33,89
4	B1	12,80	23	F1	27,23	42	G1	33,94
5	C1	14,78	24	C5	27,98	43	C7	34,58
6	D1	14,78	25	D5	27,98	44	D7	34,58
7	B2	16,09	26	A7	29,29	45	E7	37,09
8	C2	18,08	27	B6	29,29	46	F5	37,09
9	D2	18,08	28	E2	30,49	47	G3	37,19
10	A4	19,39	29	E5	30,49	48	H4	37,19
11	B3	19,39	30	F3	30,49	49	E8	40,39
12	C3	21,38	31	H2	30,59	50	F6	40,39
13	D3	21,38	32	C6	31,28	51	G4	40,49
14	A5	22,69	33	D6	31,28	52	H5	40,49
15	B4	22,69	34	A8	32,59	53	G5	43,79
16	C4	24,68	35	B7	32,59	54	H6	43,79
17	D4	24,68	36	E1	33,79	55	G6	47,09
18	A6	25,99	37	E6	33,79	56	H7	47,09
19	B5	25,99	38	F4	33,79			

Mediante el nuevo diseño de instalaciones, se han identificado 56 ubicaciones posibles, enlistando todas las distancias desde las más próximas hasta las más alejas de las puertas de acceso y salida.

En el Anexo 6 se detallan las mediciones de forma ordenada provenientes de la nueva distribución de instalaciones.

2. Clasificar todos los sku's de mayor a menor.

Para la clasificación de los sku's que se almacenan en la locación es importante utilizar los datos obtenidos mediante la categorización de materias primas (análisis ABC de

ventas y análisis ABC de modelos) que se detallan en la Tabla 22 y 23, con el fin de posicionar los sku's en función a la categorización de productos.

Los sku's que más movimiento presentan están compuestos por rollos de telas y paquetes que contienen suelas y plantillas para las familias de productos mencionados.

3. Asignar el sku más alto a la siguiente posición más baja.

En este punto se asignan los sku's más utilizados en las ubicaciones más óptimas, es decir, los productos que representan mayor movimiento estarán situados en los lugares más cercanos tanto para la recepción y el despacho.

La asignación de ubicaciones será por familia de productos de forma general para mejorar la búsqueda, identificación, selección y manipulación de los sku's, se considera agrupar por características de materias primas, es decir, telas, suelas, plantillas y productos químicos de la misma familia de productos, esto para no tener inconvenientes con el mapeo de productos y confusiones en las ubicaciones internas, en la Tabla 42 se pueden evidenciar la asignación de sku's en las nuevas ubicaciones.

Tabla 42. Método heurístico - asignación del sku más alto a la siguiente posición más baja

CALZADO GAMO'S								
N°	Sector	Familia de Productos	N°	Sector	Familia de Productos	N°	Sector	Familia de Productos
1	A1	Seguridad Industrial	20	E3	Plantillas	39	G2	Deportivo
2	A2		21	E4	Seguridad Industrial	40	H3	Cartones gamos
3	A3		22	F2	Seguridad Industrial	41	H1	Bravo 800
4	B1	Trekking	23	F1	Barriles	42	G1	Barriles
5	C1	Casual	24	C5	Casual	43	C7	Telas
6	D1	Telas	25	D5	Telas	44	D7	Telas
7	B2	Trekking	26	A7	Bota táctica	45	E7	Urbano
8	C2	Casual	27	B6	Bota táctica	46	F5	Deportivo
9	D2	Telas	28	E2	Plantillas	47	G3	Deportivo

CALZADO GAMO'S								
N°	Sector	Familia de Productos	N°	Sector	Familia de Productos	N°	Sector	Familia de Productos
10	A4	Seguridad Industrial	29	E5	Urbano	48	H4	Infantil
11	B3	Trekking	30	F3	Urbano	49	E8	Ojalillos
12	C3	Casual	31	H2	Limpiador	50	F6	Ojalillos
13	D3	Telas	32	C6	Telas	51	G4	Deportivo
14	A5	Seguridad Industrial	33	D6	Telas	52	H5	Infantil
15	B4	Trekking	34	A8	Bota táctica	53	G5	Infantil
16	C4	Casual	35	B7	Bota táctica	54	H6	Recuperados
17	D4	Telas	36	E1	Plantillas	55	G6	Infantil
18	A6	Bota táctica	37	E6	Urbano	56	H7	Recuperados
19	B5	Trekking	38	F4	Urbano	57	I	Químicos

En la Figura 37 se muestra la disposición general de la distribución de instalaciones aplicando el método heurístico de asignación de ubicaciones para cada sku de las familias de productos que la empresa almacena en sus instalaciones.



Figura 37. Aplicación del método heurístico de asignación de ubicaciones final.

3.1.11 Diagrama de recorridos y análisis carga distancia propuestos

Una vez determinados todos los parámetros resultantes provenientes del dimensionamiento de las instalaciones, la aplicación del método heurístico para la asignación de las nuevas ubicaciones y mediante la inserción del nuevo sistema de almacenamiento y las herramientas, maquinarias y equipos necesarios para la manipulación y transporte de los materiales, se elabora un análisis de los resultados en base a la medición de los nuevos recorridos realizados por los trabajadores para el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas.

Para el análisis se considera dos escenarios, el primero relacionado netamente con el rediseño de las instalaciones y el segundo vinculando todas las implementaciones necesarias, uso de la mejor unidad de cargar (pallet), el sistema estructural de almacenamiento (racks) y de la maquinaria necesaria para el transporte y manipulación de materiales (montacargas).

Tanto el diagrama de recorridos como el análisis carga distancia se aplican a los tres procesos.

Diagrama de recorridos propuesto del proceso: Recepción de materias primas

Para determinar las distancias recorridas por los trabajadores en la distribución de instalaciones propuesta, se debe hacer un análisis en base a las condiciones iniciales del proceso, es decir, se consideran las mismas cantidades de cargas.

Se considera una carga total de 100 unidades, los mismos que son transportados desde el punto P_0 (vehículo) mediante un montacargas y transportados a cada uno de los puntos del punto P_1 al punto P_{10} y almacenados momentáneamente, se destinan 10 puntos para el almacenamiento provisional, esta operación la realiza hasta terminar con la descarga de los materiales, cabe mencionar que cada pallet cuenta con 10 unidades, en la Figura 38 se muestra el diagrama de recorrido para este proceso.

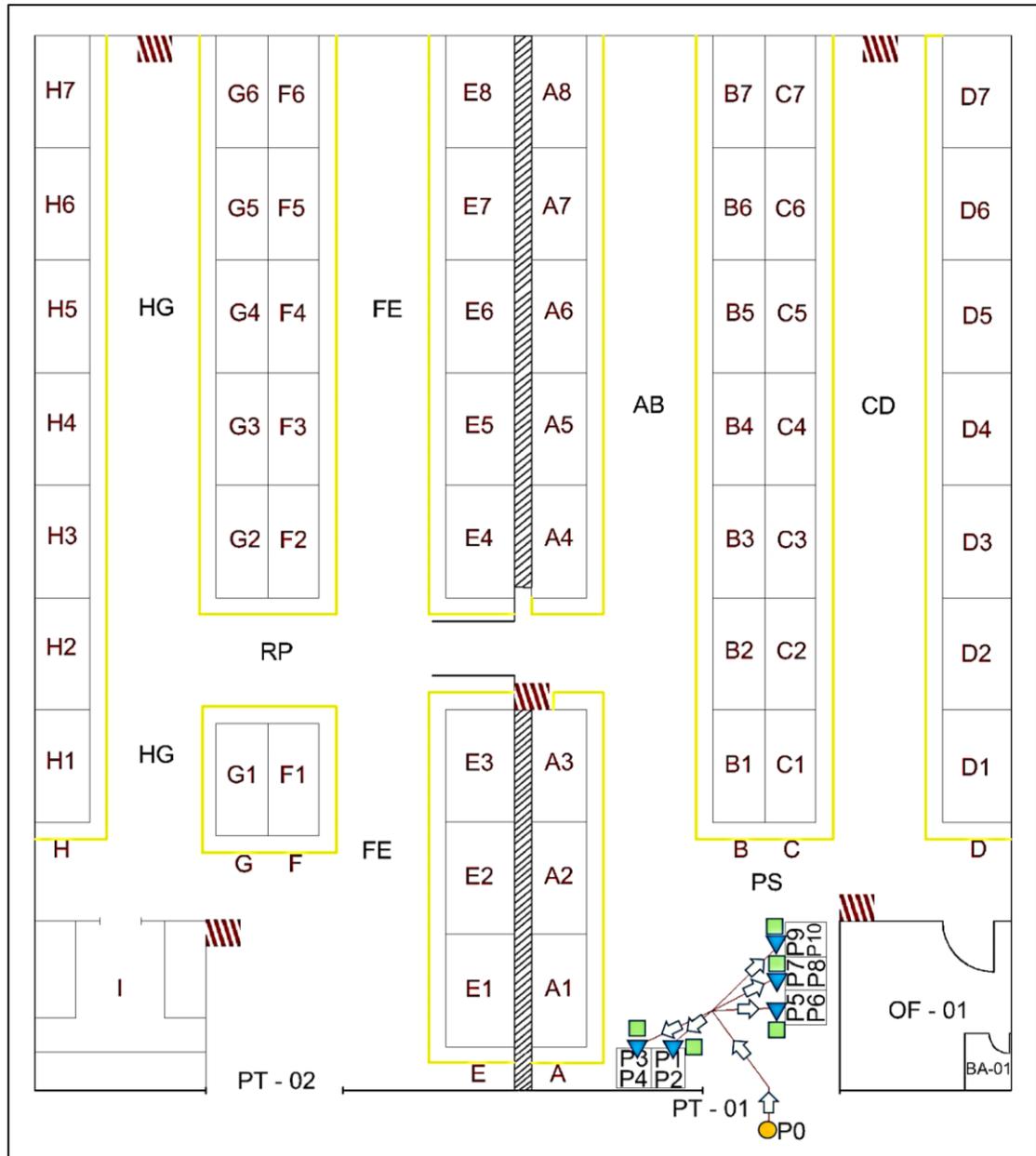


Figura 38. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: Recepción de materias primas.

Análisis carga distancia propuesto del proceso: Recepción de materias primas

El análisis carga distancia propuesto para el proceso de recepción está en función a los parámetros mencionados en el diagrama de recorridos y plasmados en la Figura 38, se realizan dos escenarios, el primero se plasmado en la Tabla 43 y está relacionado solo el rediseño de las instalaciones y el segundo considera las implementaciones del equipamiento para la manipulación de las cargas como se muestra en la Tabla 44, detallando el análisis carga distancia mostrando las distancias recorridas por los trabajadores para la realización y ejecución del proceso.

Escenario 1

Los materiales se transportan de forma manual de uno en uno, el escenario 1 está relacionado netamente con el rediseño de las instalaciones.

Tabla 43. Análisis carga distancia propuesto del proceso escenario 1: recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (pallet)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
P1 - P0	6.349	6,35	10	63,49	126,98
P2 - P0	6.349	6,35	10	63,49	126,98
P3 - P0	7.196	7,20	10	71,96	143,92
P4 - P0	7.196	7,20	10	71,96	143,92
P5 - P0	6.804	6,80	10	68,04	136,08
P6 - P0	6.804	6,80	10	68,04	136,08
P7 - P0	7.068	7,07	10	70,68	141,36
P8 - P0	7.068	7,07	10	70,68	141,36
P9 - P0	7.660	7,66	10	76,60	153,20
P10 - P0	7.660	7,66	10	76,60	153,20
TOTAL		70,15	100	701,54	1.403,08

La distancia total recorrida para el proceso de recepción de materias primas es de 1.403,08 metros, el número de cargas a transportar es de 100 en total, mediante las implementaciones se reduce el número de trasportes.

Escenario 2

Se utiliza un montacargas que transporta los materiales mediante pallets que contienen 10 elementos cada uno, el escenario 2 está vinculando todas las implementaciones necesarias, uso de la mejor unidad de cargar (pallet), el sistema estructural de almacenamiento (racks) y de la maquinaria necesaria para el transporte y manipulación de materiales (montacargas).

Tabla 44. Análisis carga distancia propuesto del proceso escenario 2: recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (pallet)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
P1 - P0	6.349	6,35	1	6,35	12,70
P2 - P0	6.349	6,35	1	6,35	12,70
P3 - P0	7.196	7,20	1	7,20	14,39
P4 - P0	7.196	7,20	1	7,20	14,39
P5 - P0	6.804	6,80	1	6,80	13,61
P6 - P0	6.804	6,80	1	6,80	13,61
P7 - P0	7.068	7,07	1	7,07	14,14
P8 - P0	7.068	7,07	1	7,07	14,14
P9 - P0	7.660	7,66	1	7,66	15,32
P10 - P0	7.660	7,66	1	7,66	15,32
TOTAL		70,15	10	70,15	140,31

La distancia total recorrida para el proceso de recepción de materias primas es de 140,31 metros, el número de cargas a transportar es de 10 en total, mediante las implementaciones se reduce el número de trasportes.

Diagrama de recorridos propuesto del proceso: Almacenamiento de materias primas

Se considera una carga total de 100 unidades, el proceso consiste en transportar los pallets desde los puntos provisionales P_i y depositarlos en los puntos de almacenamiento permanentes (racks) AT_i mediante un montacargas, el movimiento se los realiza desde punto P_1 al punto AT_1 de forma secuencial hasta terminar con el punto P_{10} al punto AP_{10} , esta operación se realiza hasta terminar con la almacenamiento de todos los materiales, en la Figura 39 se muestra el diagrama de recorrido para este proceso.

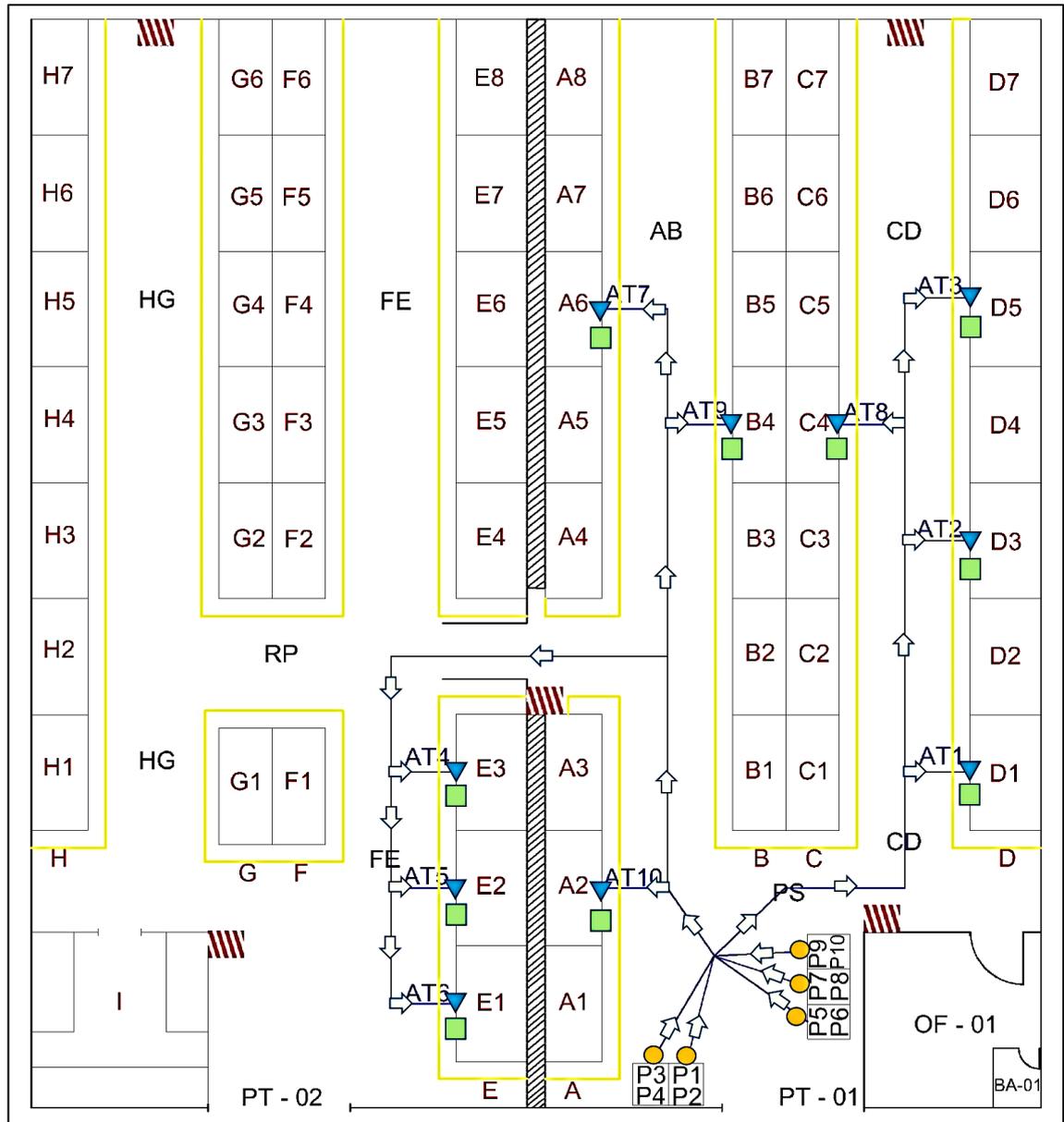


Figura 39. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: almacenamiento de materias primas.

Análisis carga distancia del proceso: Almacenamiento de materias primas

El análisis carga distancia propuesto para el proceso de recepción está en función a los parámetros mencionados en el diagrama de recorridos y plasmados en la Figura 39, se realizan dos escenarios, el primero se plasmado en la Tabla 45 y está relacionado solo el rediseño de las instalaciones y el segundo considera las implementaciones del equipamiento para la manipulación de las cargas como se muestra en la Tabla 46 evidenciándose las distancias recorridas por los trabajadores para la realización y ejecución del proceso, cabe mencionar que, mediante la implementación, el proceso se optimiza, pues se ocupa el espacio volumétrico de las instalaciones, el sistema

estructural de almacenamiento está adaptado para albergar las unidades de carga, permitiendo un acceso rápido y oportuno del montacargas, una rápida identificación de los materiales y control de los inventarios.

Escenario 1

Se transportan los materiales mediante un coche metálico que pueden transportar máximo 3 elementos por cada viaje.

Tabla 45. Análisis carga distancia del proceso escenario 1: almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA ALMACEMIENTO DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (pallet)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
AT1 - P1	14.760	14,76	4	59,04	118,08
AT2 - P2	21.350	21,35	4	85,40	170,80
AT3 - P3	28.648	28,65	4	114,59	229,18
AT4 - P4	25.439	25,44	4	101,76	203,51
AT5 - P5	28.414	28,41	4	113,66	227,31
AT6 - P6	31.714	31,71	4	126,86	253,71
AT7 - P7	23.460	23,46	4	93,84	187,68
AT8 - P8	11.077	11,08	4	44,31	88,62
AT9 - P9	20.026	20,03	4	80,10	160,21
AT10 - P10	6.836	6,84	4	27,34	54,69
TOTAL		211,72	40	846,90	1.693,79

La distancia total recorrida para el proceso de almacenamiento de materias primas es de 1.693,79 metros, el número de cargas a transportar es de 40 en total, mediante las implementaciones se reduce el número de trasportes.

Escenario 2

Se utiliza un montacargas que transporta los materiales mediante pallets que contienen 10 elementos cada uno.

Tabla 46. Análisis carga distancia del proceso escenario 2: almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA ALMACEMIENTO DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (pallet)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
AT1 - P1	14.760	14,76	1	14,76	29,52
AT2 - P2	21.350	21,35	1	21,35	42,70
AT3 - P3	28.648	28,65	1	28,65	57,30
AT4 - P4	25.439	25,44	1	25,44	50,88
AT5 - P5	28.414	28,41	1	28,41	56,83
AT6 - P6	31.714	31,71	1	31,71	63,43
AT7 - P7	23.460	23,46	1	23,46	46,92
AT8 - P8	11.077	11,08	1	11,08	22,15
AT9 - P9	20.026	20,03	1	20,03	40,05
AT10 - P10	6.836	6,84	1	6,84	13,67
TOTAL		211,72	10	211,72	423,45

La distancia total recorrida para el proceso de almacenamiento de materias primas es de 423,45 metros, el número de cargas a transportar es de 10 en total, mediante las implementaciones se reduce el número de trasportes.

Diagrama de recorridos propuesto del proceso: Despacho de materias primas

El despacho está compuesto de varios sku's requeridos por el departamento de producción, los trabajadores se dirigen a cada uno de los puntos DP_i establecidos, buscan el material, lo manipulan, lo empaacan, lo transportan y lo depositan en el punto P_0 o punto de despacho para su embarque final, estas operaciones se hacen secuencialmente hasta terminar con el punto DP_{18} , para las operaciones de transporte no se requiere la utilización del montacargas ni de la unidad de carga, pero si son empleados para la selección y manipulación de las materias primas en los puntos que los requieran, en la Figura 40 se muestra el diagrama de recorrido para este proceso, los artículos despachados DP_i se detallan en la Tabla 18.

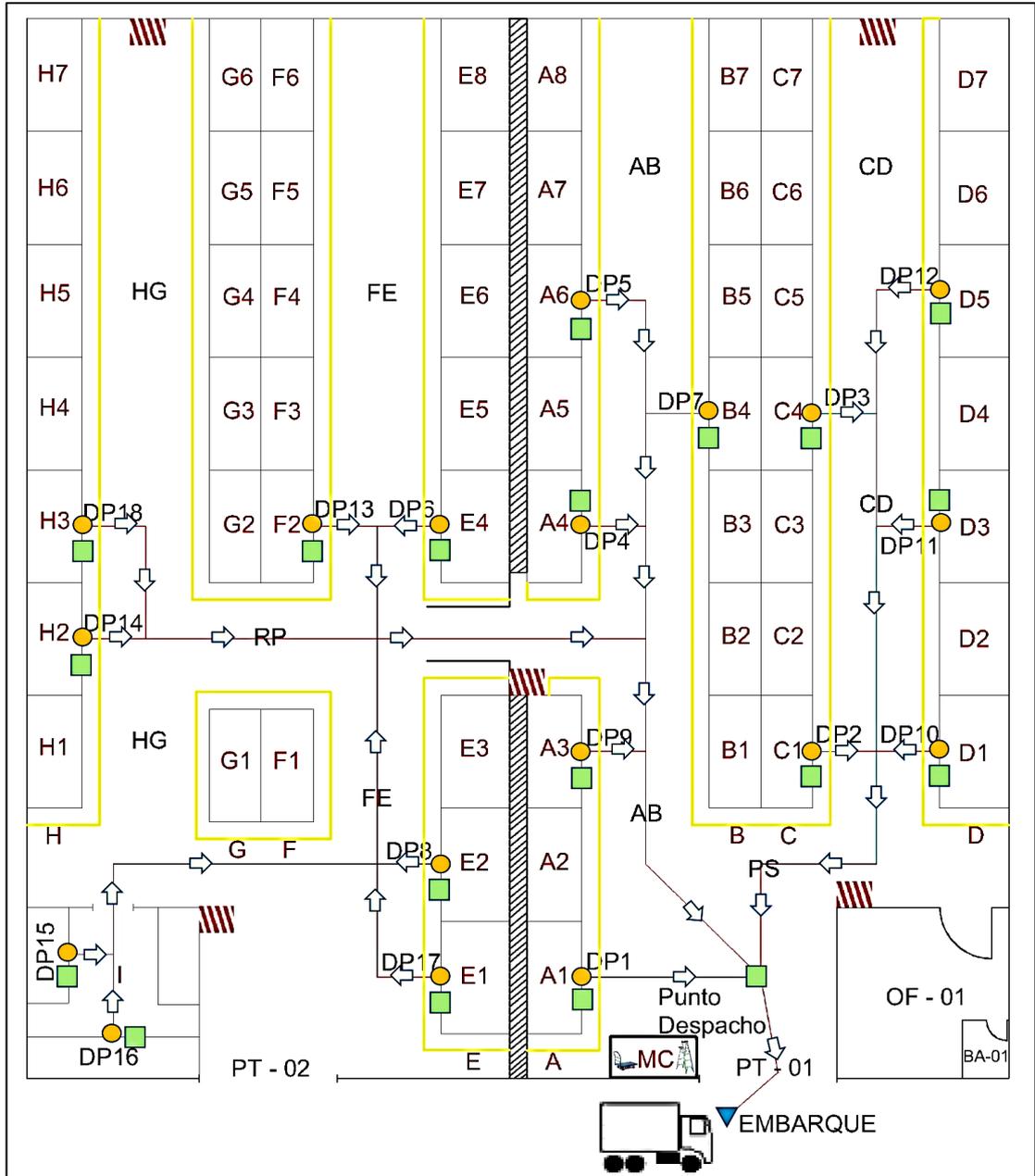


Figura 40. Diagrama de recorridos propuesto del proceso: despacho de materias primas.

Análisis carga distancia del proceso: Despacho de materias primas

El análisis carga distancia propuesto para el proceso de recepción está en función a los parámetros mencionados en el diagrama de recorridos y plasmados en la Figura 40, con la aplicación del método heurístico de asignación se pueden ubicar los artículos más concurridos en los destinos más cercanos al área de despacho, de igual forma, se debe disponer de la señalética de sectorización y un correcto mapeo de productos, al contar con todos los implementos del sistema de almacenamiento se tiene una rápida identificación, acceso, manipulación y transporte de los productos requeridos,

disminuyendo las condiciones inseguras, los tiempos improductivos de buscar las ubicaciones de los materiales y reducir las distancias totales recorridas.

Tabla 47. Análisis carga distancia del proceso: despacho de materias primas

CALZADO GAMO'S					
ANÁLISIS CARGA DISTANCIA DESPACHO DE MATERIAS PRIMAS					
Puntos de referencia	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	Carga (pallet)	Carga Distancia (metros)	Distancia TOTAL (metros)
DP1 - DP0	10.018	10,02	1	10,018	20,036
DP2 - DP0	16.666	16,67	1	16,666	33,332
DP3 - DP0	26.556	26,56	1	26,556	53,112
DP4 - DP0	21.267	21,27	1	21,267	42,534
DP5 - DP0	27.867	27,87	1	27,867	55,734
DP6 - DP0	27.267	27,27	1	27,267	54,534
DP7 - DP0	24.567	24,57	1	24,567	49,134
DP8 - DP0	30.567	30,57	1	30,567	61,134
DP9 - DP0	14.674	14,67	1	14,674	29,348
DP10 - DP0	16.666	16,67	1	16,666	33,332
DP11 - DP0	23.266	23,27	1	23,266	46,532
DP12 - DP0	29.866	29,87	1	29,866	59,732
DP13 - DP0	27.267	27,27	1	27,267	54,534
DP14 - DP0	32.522	32,52	1	32,522	65,044
DP15 - DP0	40.302	40,30	1	40,302	80,604
DP16 - DP0	41.427	41,43	1	41,427	82,854
DP17 - DP0	33.867	33,87	1	33,867	67,734
DP18 - DP0	44.367	44,37	1	44,367	88,734
TOTAL		489,00	18	489,00	978,00

La distancia total recorrida para el proceso de recepción de materias primas es de 978 metros, para este proceso el número de transportes totales se mantienen, pues en este caso no se emplea el montacargas al tratarse de cargas individuales y pequeños volúmenes, pero las distancias recorridas son menores gracias a la aplicación del método heurístico de asignación.

3.1.12 Análisis de los resultados

Comparación de las distancias recorridas distribución actual vs distribución propuesta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos relacionados con las distancias recorridas de la distribución actual y los escenarios de la distribución propuesta, los datos para el análisis son obtenidos mediante el análisis carga distancia, considerando los parámetros referenciales en base a las cargas para cada proceso.

Procesos: Recepción de materias primas

Los resultados para el proceso de recepción de materias primas se presentan en la Tabla 48, donde se muestran las distancias totales de las dos distribuciones.

Tabla 48. Análisis de los resultados del proceso: Recepción de materias primas

CALZADO GAMO'S			
RESULTADOS RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS			
Puntos de referencia	Distancia Total Actual (metros)	Distancia Total Propuesta (metros)	
		Escenario 1	Escenario 2
P1 - P0	82,16	126,98	12,70
P2 - P0	149,16	126,98	12,70
P3 - P0	150,5	143,92	14,39
P4 - P0	108,54	143,92	14,39
P5 - P0	160	136,08	13,61
P6 - P0	210	136,08	13,61
P7 - P0	210,8	141,36	14,14
P8 - P0	160,48	141,36	14,14
P9 - P0	134,7	153,20	15,32
P10 - P0	53,48	153,20	15,32
TOTAL	1.419,82	1.403,08	140,31

La distribución actual tiene una distancia total de 1.419,82 metros recorridos, mientras que la distribución propuesta para escenario 1 se tiene una distancia de 1.403,08 metros, la diferencia en distancias es mínimas, pues el área de almacenamiento provisional por motivos de infraestructura debe mantenerse cerca del punto actual y

para el escenario 2 una distancia de 140,31 metros recorridos, mostrando una gran diferencia con respecto a la actual, se da una disminución de 1.279,51 metros, presentando una reducción del 90,12% con respecto a la distribución actual para el proceso de recepción de materias primas.

Proceso: Almacenamiento de materias primas

Los resultados para el proceso de almacenamiento de materias primas se presentan en la Tabla 49, donde se muestran las distancias totales de las dos distribuciones.

Tabla 49. Análisis de los resultados del proceso: Almacenamiento de materias primas

CALZADO GAMO'S			
RESULTADOS ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS			
Puntos de referencia	Distancia Total Actual (metros)	Distancia Total Propuesta	
		Escenario 1	Escenario 2
P1 - P0	226,99	118,08	29,52
P2 - P0	307,74	170,80	42,70
P3 - P0	363,64	229,18	57,30
P4 - P0	180,86	203,51	50,88
P5 - P0	205,18	227,31	56,83
P6 - P0	210,21	253,71	63,43
P7 - P0	156,34	187,68	46,92
P8 - P0	88,62	88,62	22,15
P9 - P0	203,42	160,21	40,05
P10 - P0	66,02	54,69	13,67
TOTAL	2.009,02	1.693,79	423,45

La distribución actual tiene una distancia total de 2.009,02 metros recorridos, mientras que la distribución propuesta mientras que la distribución propuesta para escenario 1 se tiene una distancia de 1.693,79 metros, en relación con la distancia actual se tiene la diferencia en distancias de 315,23 metros presentado una reducción del 15,69%, en relación al escenario 2 se tiene una distancia total de 423,45 metros recorridos, mostrando una gran diferencia con respecto a la actual, se da una disminución de 1.585,57 metros, presentado una reducción del 78,92% con respecto a la distribución actual para el proceso de almacenamiento de materias primas.

Proceso: Despacho de materias primas

Los resultados para el proceso de despacho de materias primas se presentan en la Tabla 50, donde se muestran las distancias totales de las dos distribuciones.

Tabla 50. Análisis de los resultados del proceso: Despacho de materias primas

CALZADO GAMO'S		
RESULTADOS DESPACHO DE MATERIAS PRIMAS		
Puntos de referencia	Distancia Total Actual (metros)	Distancia Total Propuesta (metros)
DP1 - E	19,72	20,04
DP2 - E	18,87	33,33
DP3 - E	36,86	53,11
DP4 - E	53,70	42,53
DP5 - E	36,83	55,73
DP6 - E	43,02	54,53
DP7 - E	55,23	49,13
DP8 - E	64,28	61,13
DP9 - E	59,13	29,35
DP10 - E	69,78	33,33
DP11 - E	89,02	46,53
DP12 - E	110,14	59,73
DP13 - E	67,48	54,53
DP14 - E	74,81	65,04
DP15 - E	74,09	80,60
DP16 - E	92,04	82,85
DP17 - E	71,22	67,73
DP18 - E	77,39	88,73
TOTAL	1.113,59	978,00

La distribución actual tiene una distancia total de 1.113,59 metros recorridos, mientras que la distribución propuesta tiene una distancia total de 978 metros recorridos, mostrando una gran diferencia con respecto a la actual, se da una disminución de 135,59 metros, presentando una reducción del 12,18% con respecto a la distribución actual para el proceso de despacho de materias primas.

Comparación de tiempos de proceso - Distribución actual vs distribución propuesta

La comparación está determinada a partir de los tiempos actuales empleados para las operaciones, transportes, esperas, almacenamientos e inspecciones, relacionándolos con aquellos aspectos que se ven involucrados con las modificaciones instauradas en la distribución propuesta como las operaciones, transportes y almacenamientos, en la Tabla 51 se muestra los tiempos para las distribuciones.

Tabla 51. Análisis de los resultados – comparación de los tiempos de procesos

CALZADO GAMO'S				
COMPARACIÓN DE TIEMPOS				
PROCESO	ACTUAL		PROPUESTA	
	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)
Recepción	1.419,82	3:28:36	140,31	0:47:29
Almacenamiento	2.009,02	9:41:25	423,45	4:48:08
Despacho	1.113,59	8:34:08	978,00	6:56:17

Para la comparación de los tiempos en la distribución propuesta, se mantuvieron constantes aquellos tiempos empleados para las actividades que no presentan variaciones con las implementaciones, tales como inspecciones y esperas.

En Anexo 7, 8 y 9 se muestran los diagramas de recorridos supuestos posterior a la implementación, identificando las operaciones y transportes que presentan cambios evidenciables conforme a propuesta.

3.1.13 Técnicas de identificación de las condiciones de la distribución de instalaciones propuesta

Posterior al análisis de los resultados obtenidos y en presencia de las mejoras evidenciadas, se evalúan los criterios de cumplimiento en base a las matrices relacionadas con los principios básicos de la distribución de instalaciones, principios

de almacenaje y el cumplimiento de la normativa nacional vigente, además se comparan con condiciones actuales detalladas en las Tablas 31, 32 y 33.

Matriz de cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones de la distribución actual vs la distribución propuesta

En la Tabla 52 se relacionan los principios básicos de la distribución de instalaciones tanto para distribución actual como para la propuesta.

Tabla 52. Cumplimiento de principios básicos de la distribución de instalaciones de la distribución: Actual vs propuesta

CALZADO GAMO'S					
PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES					
Principio	DISTRIBUCIÓN ACTUAL		DISTRIBUCIÓN PROPUESTA		Observación
	Si	No	Si	No	
Integración en conjunto	Si	No	Si	No	Implementación del sistema de almacenamiento (Racks, unidad de carga, montacargas)
Distancia mínima recorrida	Si	No	Si	No	Asignación de ubicaciones mediante la aplicación del método heurístico
Flujo de materiales	Si	No	Si	No	Mantener los espacios de trabajo señalizados correctamente
Volumen ocupado	Si	No	Si	No	Implementación del sistema estructural de almacenamiento
Satisfacción y seguridad	Si	No	Si	No	Señalética tanto horizontal como vertical e implementación de equipos de luchas contra incendios
Flexibilidad	Si	No	Si	No	Implementación del sistema de almacenamiento, rápida ubicación, identificación, manipulación y transporte de los materiales

Después de analizar cada uno de los principios básicos de la distribución de instalaciones, se puede corroborar el cumplimiento de cada uno de ellos para la distribución propuesta, pues se hace énfasis en contar con una distribución que permita optimizar tanto el recurso humanos, estructurales y económicos, dando como resultado una mejora en el desarrollo de las operaciones internas, maximizando el espacio,

disminuyendo los movimientos y transportes y sobre todo brindando seguridad a los trabajadores.

Matriz de cumplimiento de los principios básicos de almacenaje: Actual vs Propuesto

En la Tabla 53 se relacionan los principios básicos de almacenaje tanto para condiciones actuales como para la propuesta, evidenciando si los principios logran su cumplimiento o no.

Tabla 53. Cumplimiento de los principios básicos de almacenaje: Actual vs propuesto

CALZADO GAMO'S					
PRINCIPIOS BÁSICOS DE ALMACENAJE					
Principio	DISTRIBUCIÓN ACTUAL		DISTRIBUCIÓN PROPUESTA		Observación
	Si	No	Si	No	
Maximizar el espacio	Si	No	Si	No	Implementación del sistema de almacenamiento (Racks, unidad de carga, vehículos para la manipulación y transporte de materiales)
Uso de la mejor unidad de carga	Si	No	Si	No	Unitarización de las cargas mediante el uso de pallets
Minimizar los movimientos	Si	No	Si	No	Asignación de ubicaciones mediante la aplicación del método heurístico
Controlar los movimientos y la ubicación	Si	No	Si	No	Controlar los movimientos y la ubicación en base a la asignación de ubicaciones y a la utilización de vehículos para la manipulación y transporte de materiales
Promover un lugar seguro	Si	No	Si	No	Señalética tanto horizontal como vertical e implementar equipos de luchas contra incendios
Fácil control de existencias	Si	No	Si	No	Al contar con lugares asignados, el control de las existencias será oportuno, pues se elimina el almacenamiento desorganizado.

Una vez analizados cada uno de los principios básicos de almacenaje, se puede corroborar el cumplimiento de cada uno de ellos para las condiciones propuesta, pues con las implementaciones sugeridas con respecto al sistema estructural de

almacenamiento, maquinarias y equipos para el transporte y manipulación de materiales y hacer uso de la mejor unidad de carga, se puede tener una distribución compacta que aproveche cada uno de los principios y ayude a mejorar el desarrollo de los procesos operativos internos.

Matriz de cumplimiento de la normativa nacional vigente: Actual vs Propuesto

En la Tabla 54 se relaciona el cumplimiento de la normativa nacional vigente tanto para condiciones actuales como para la propuesta, evidenciando si la normativa logra su cumplimiento para cada uno de sus artículos descritos o no para la distribución propuesta.

Tabla 54. Cumplimiento de la normativa nacional vigente: Actual vs propuesto

CALZADO GAMO'S					
DECRETO EJECUTIVO 2393					
Artículo	DISTRIBUCIÓN ACTUAL		DISTRIBUCIÓN PROPUESTA		Observación
	Cumplimiento	Cumplimiento	Cumplimiento	Cumplimiento	
Capítulo II Edificios y locales Art. 21. Seguridad Estructural	Si	No	Si	No	
Capítulo II Edificios y locales Art. 23. Suelos, techos y paredes	Si	No	Si	No	Mantenimientos correctivos
Capítulo II Edificios y locales Art. 24. Pasillos	Si	No	Si	No	En base a las recomendaciones proporcionadas para la actividad
Capítulo II Edificios y locales Art. 28. Escaleras de mano	Si	No	Si	No	Mantenimientos correctivos, nuevos equipos
Capítulo V Manipulación y almacenamiento Art. 128. Manipulación de materiales	Si	No	Si	No	Utilización de montacargas
Capítulo V Manipulación y almacenamiento Art. 129. Almacenamiento de materiales	Si	No	Si	No	Sistema de almacenamiento



DECRETO EJECUTIVO 2393

Artículo	DISTRIBUCIÓN ACTUAL		DISTRIBUCIÓN PROPUESTA		Observación
	Si	No	Si	No	
Capítulo VI Vehículos de carga y transporte Art. 128. Circulación de vehículos	Si	No	Si	No	Se cumplen las distancias de los pasillos para la circulación de vehículos
Capítulo VI Vehículos de carga y transporte Art. 131. Carretillas o carros manuales	Si	No	Si	No	
Capítulo VII Manipulación, almacenamiento y transporte de mercaderías peligrosas Art. 136. Almacenamiento, manipulación y trabajos en depósitos de materiales inflamables.	Si	No	Si	No	Proporcionar señalética informativa relacionada con los productos inflamables
Título V Protección colectiva Capítulo I Prevención de incendios Art. 143. Emplazamientos de los locales	Si	No	Si	No	Dotar de ventilación para el lugar donde se almacena productos inflamables
Título V Protección colectiva Capítulo II Instalación de detección de incendios Art. 154. En los locales de alta concurrencia o peligrosos se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuentes de suministro.	Si	No	Si	No	
Capítulo III Instalación de extinción de incendios Art. 155. Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.	Si	No	Si	No	Destinar extintores en lugares específicos y en las cantidades necesarias

CALZADO GAMO'S					
DECRETO EJECUTIVO 2393					
Artículo	DISTRIBUCIÓN ACTUAL		DISTRIBUCIÓN PROPUESTA		Observación
	Cumplimiento		Cumplimiento		
Capítulo III Instalación de extinción de incendios Art. 159. Extintores móviles	Si	No	Si	No	Señalizar los lugares donde se colocan los extintores móviles
Capítulo VI Señalización de seguridad Art. 168. Condiciones de utilización	Si	No	Si	No	Proporcionar la señalética necesaria para las instalaciones

Posterior al análisis de cada uno de los puntos, se puede mencionar que, con la distribución propuesta, se da cumplimiento a aquellos puntos que no estaban dentro de las sugerencias por la normativa y para los puntos que estaban cumpliendo, se proporcionar sugerencias viables para fortalecerlos.

3.1.14 Tabla resumen de la propuesta de mejora

En la Tabla 55 se resume las observaciones globales realizadas, partiendo del análisis las causas que originan al problema encontrado, proporcionando mecanismos de mejora que ayuden a combatir la problemática encontrada y los beneficios mediante su aplicación e implementación.

Tabla 55. Propuestas de mejora

CALZADO GAMO'S				
PROPUESTAS DE MEJORA				
PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
Inadecuada distribución de las instalaciones	Mano de obra	Riesgos de accidentes	Implementar mecanismos que permitan minimizar los riesgos de caídas de objetos a distinto nivel como ballas de seguridad en los sistemas de almacenamiento, utilizar el equipamiento como escaleras y coches adecuado y dotar al personal del equipo de protección adecuado.	Se contrarresta el riesgo de accidentes laborales producto de caída de objetos a distinto nivel. Se reduce la fatiga y accidentes provenientes de maniobras de levantamiento y traslado de materiales.
		Falta de capacitación	Adiestrar al personal logístico de buenas prácticas de almacenamiento, estabilidad de almacenamiento, gestionar de forma adecuada los recursos disponibles, además de métodos de asignación de ubicaciones.	El personal será capaz de almacenar los materiales en los lugares adecuados procurando mantener siempre una estabilidad de almacenaje ordenando y controlando de los inventarios.



PROPUESTAS DE MEJORA

PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
		Estrés laboral	Emplear herramientas del lean manufacturing para contrarrestar la contaminación visual y el desorden.	El personal podrá desarrollar sus actividades en un ambiente laboral armonioso con el correcto ordenamiento y control de los materiales.
		Difícil manipulación	Implementar de la maquinaria necesaria para la manipulación de materiales (montacargas), se pueden transportar materiales voluminosos y en grandes cantidades.	El montacargas facilita la manipulación y transporte de objetos de gran volumen, disminuyendo la manipulación de forma manual, además permite agilizar los procesos de recepción, almacenamiento y despacho.
	Materiales	Materiales Obsoletos	Emplear herramientas FIFO o LIFO en función a los requerimientos, teniendo un mejor control de los inventarios	Se tiene un control de utilización de los materiales, para evitar que los materiales se tornen obsoletos se pueden despachar las materias primas que primero ingresan.
		Exceso de inventarios	Aplicar principios de Just in Time, de igual forma, se puede elaborar programas de planificación de ventas y operaciones logísticas internas.	Con un control de inventarios adecuado se puede conocer los materiales almacenados en su totalidad permitiendo emplearnos cuando sean requeridos sin la necesidad de realizar compras masivas.

CALZADO GAMO'S



PROPUESTAS DE MEJORA

PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
	Métodos	Falta de unitarización de las cargas	Utilizar la mejor unidad de carga pueden ser los pallets para mover la mayor cantidad de materiales empleando menos transportes.	Permite un mejor control de inventarios, se pueden mover grandes cantidades de materiales sin la necesidad de efectuar movimientos reiterados, también se puede mantener el paletizado almacenando todos los materiales en conjunto, almacenamiento en bloques por familias de productos sin pérdida de filas.
		Falta de mapeo de productos	Realizar un control de inventarios y un mapeo de productos internos, además de propiciar el almacenamiento organizado y en los lugares establecidos.	Disminuye las distancias recorridas totales. Los operadores logísticos conocerán las ubicaciones de todos los materiales almacenados en las instalaciones.
		Distancias largas recorridas	Rediseñar las instalaciones y aplicar métodos heurísticos de asignación de ubicaciones.	Las distancias para la ejecución de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho se acortan, disminuyendo las distancias y los desplazamientos.
		Almacenamiento desorganizado	Propiciar un almacenamiento basados en un método de asignación de ubicaciones, que permita disponer de los materiales	Acortar distancias, posicionar los productos con mayor frecuencia cerca

CALZADO GAMO'S



PROPUESTAS DE MEJORA

PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
			más empleados en las áreas de carga y descarga, además disponer de los lugares apropiados para el almacenamiento.	de los puntos de recepción y despacho (ABC). Mover la más grande cantidad como sea posible.
	Maquinaria	Inexistencia de montacargas o elevadores	Implementar un montacargas o elevadores.	Facilitan los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas, ya que permite disminuir el esfuerzo humano, se transporta una mayor cantidad de objetos, se acopla al transporte de pallets y al almacenamiento en racks.
		Equipamiento antiguo	Implementar escaleras, coches metálicos o darles un mantenimiento continuo para su restauración	Con los materias e quipos funcionales en su totalidad se puede trabajar con seguridad sin representar un riesgo para el personal logístico.
		Falta de lugares para la ubicación de los equipos	Sectorizar las instalaciones y disponer de un lugar adecuado para este tipo de equipamiento.	El personal tendrá conocimiento del lugar donde se encuentran los equipos, además se tendrá un control de todos los equipos, permitiendo realizar mantenimientos programados.

CALZADO GAMO'S



PROPUESTAS DE MEJORA

PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
	Medio ambiente	Racks y estanterías inadecuadas y limitadas	Implementar el sistema estructural de almacenamiento compuesto por estanterías y racks selectivos.	<p>Mejora control de las existencias.</p> <p>Propiciar el espacio adecuado para los pasillos de circulación.</p> <p>Racks con alta flexibilidad, ajustable a las alturas requeridas.</p> <p>Buen acceso a todas las materias primas almacenadas</p>
		Infraestructura en mal estado	Proveer del mantenimiento adecuado a los techos, pisos, paredes y fachada propiciando que se mantengan limpias las instalaciones.	<p>Contar con un lugar limpio y correctamente estructurado permite una movilidad interna adecuada, los coches no sufren atascamientos y el personal no tropieza, los embalajes se mantienen en buenas condiciones.</p>
		No se aprovecha el espacio volumétrico	Implementar el sistema estructural de almacenamiento compuesto por estanterías y racks selectivos, de igual forma, se deben implementar montacargas o elevadores y pallets	<p>La implementación y uso de los racks y estanterías permiten utilizar adecuadamente el espacio volumétrico de las instalaciones, el montacargas ayuda a colocar los materiales en la parte superior y los pallets permiten el almacenamiento en conjunto.</p>

CALZADO GAMO'S



PROPUESTAS DE MEJORA

PROBLEMAS	5M	CAUSAS	MECANICOS DE MEJORA	BENEFICIOS
		Presencia de obstáculos	Emplear herramientas del lean manufacturing para mantener los corredores y pasillos libres de obstáculos.	La movilidad interna será ininterrumpida, el personal podrá desplazarse sin el riesgo de golpearse o caerse, el tránsito de los vehículos de carga y de los coches metálicos será fluido.
		Distancia entre pasillos deficiente	Con el rediseño de las instalaciones se dispone la distancia necesaria entre pasillos, permitiendo el transporte del personal y de la maquinaria empleada.	Una buena distancia entre pasillos facilita el acceso a las materias primas, mejora los movimientos y transporte dentro de las instalaciones, además el tránsito interno es libre.
		Carencia de señalética	Colocar la señalética para pasillos, equipos de lucha contra incendios, áreas de gran flujo y demás sectores que requieran de la señalética.	Se regula el movimiento de peatones y maquinarias a través de caminos designados en el suelo, permitiendo moverse rápida y fácilmente a las diferentes áreas de trabajo

3.1.15 Simulación mediante el software FlexSim

La representación del escenario de simulación de los procesos logísticos de almacenamiento (recepción, almacenamiento y despacho de materias primas) está en función de la secuencia de actividades desarrolladas para el cumplimiento de cada uno de los procesos, al correr el modelo el tiempo se encuentran en segundos y las distancias en metros.

Plano 2D y estructura 3D

La estructura 2D de las instalaciones se la desarrolla mediante el software AutoCAD, de igual forma la estructura 3D, conforme a las dimensiones reales de la bodega de almacenamiento, para cargar los planos al software de simulación se lo hace mediante “blackground” desde la librería, el plano se puede observar en la Figura 40.

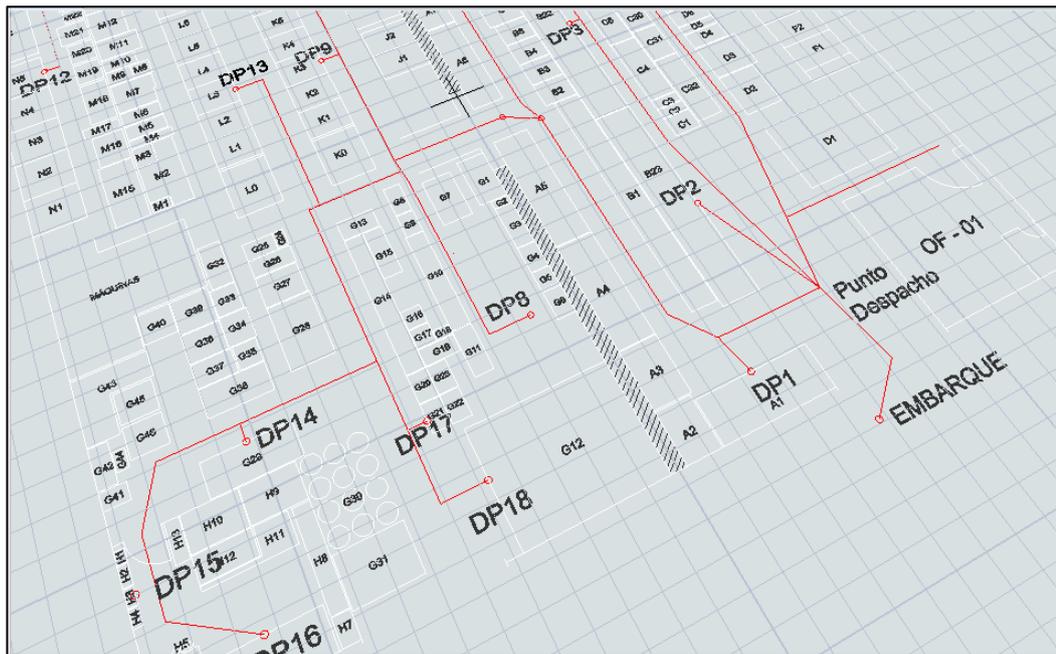


Figura 41. Plano 2D de las instalaciones actual.

Una vez cargado el layout de las instalaciones y la estructura 3D, se colocan los objetos de simulación como: source, processor, queue, operadores, sink y networknode para establecer las rutas de los operadores y fijarlos en las zonas de trabajo dentro del diagrama, también se cargan las entidades 3D (estructuras, maquinarias, etc.), que presentan un entorno realista y mejoran el entorno gráfico de la simulación, en la Figura 41 se muestran los resultados obtenidos.

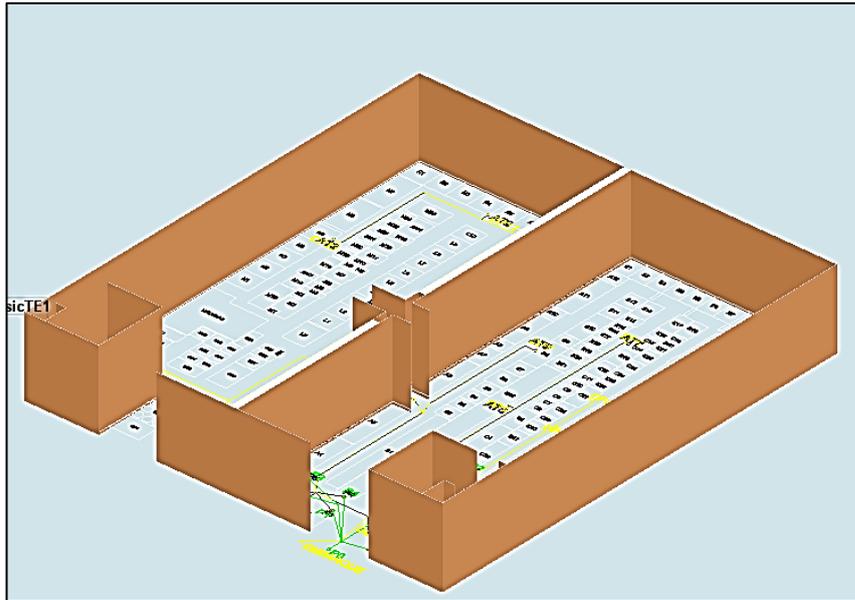


Figura 42. Interfaz 3D de las instalaciones actual.

Programación de los procesos en la distribución actual de las instalaciones

La programación de la simulación para la distribución de instalaciones actual está en función de cada uno de los procesos logísticos de almacenamiento de la empresa de calzado Gamó's, a continuación se describe la programación:

Programación para el proceso de recepción de materias primas

El proceso consiste en desembarcar 100 unidades ya sean rollos de tela o cartones, el operario toma la unidad del camión y la deposita en cada uno de los puntos del P_1 al P_{10} , esta actividad la realiza hasta terminar de descargar todas las unidades (de una en una), la restricción para cada punto P_i es que deben almacenar un mismo tipo de unidad y como máximo 10 unidades.

Source 1 (camión de entrada MP): Se generan 10 arribos con una cantidad de 10 elementos de diferente tipo, con el fin de tener una mejor distribución de los elementos en los puntos de almacenamiento provisionales ($P_1 - P_{10}$), como resultado se obtiene una carga total de 100 elementos, a su vez, se programa la secuencia de creación estableciendo un caso, se confiere un color en específico para cada tipo ítem como se aprecia en la Figura 43.

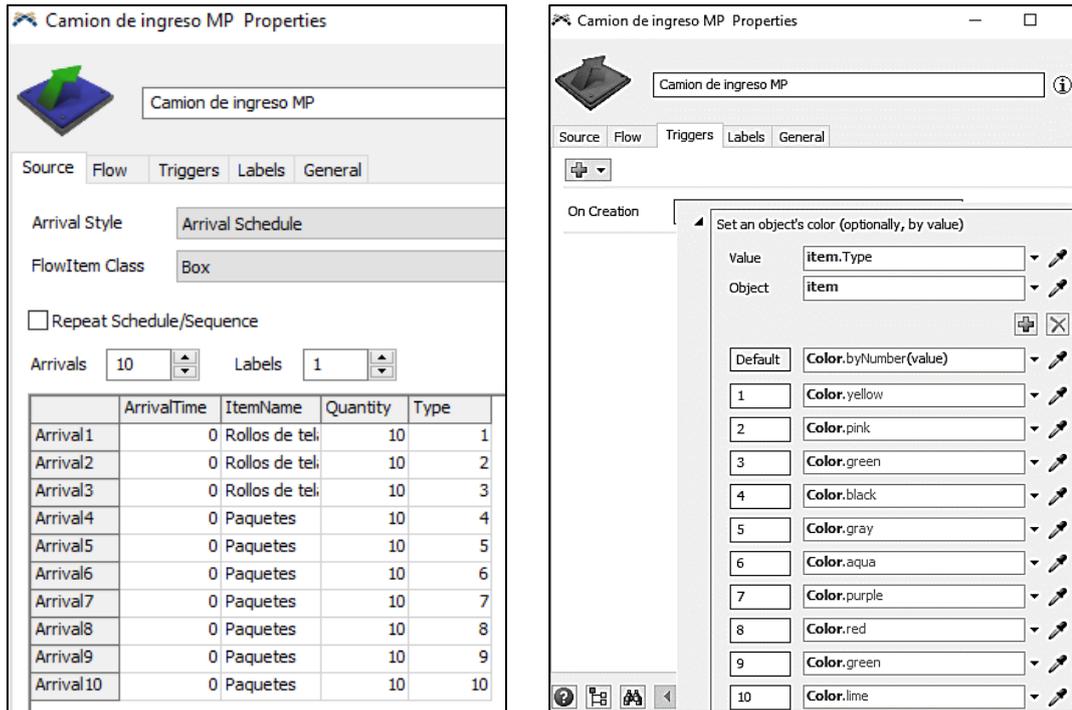


Figura 43. Programación source 1 (camión de entrada MP) - recepción de materias primas.

Queue 1: Una vez generados los 100 elementos mediante, llegan a la cola número 1, una vez posicionados, los ítems deben ser distribuidos de forma equitativa y ordenada de 10 en 10 cada uno de los puntos de almacenamiento provisional (P_i), relacionándolos por color.

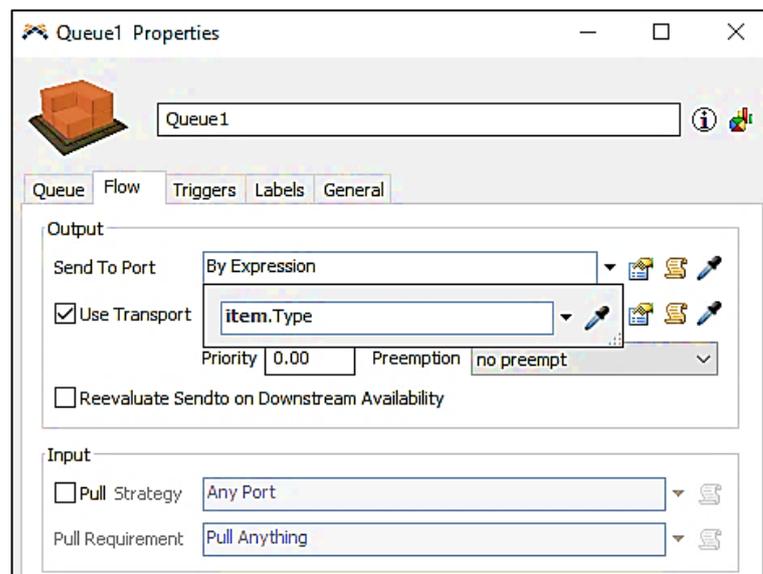


Figura 44. Programación queue 1 - recepción de materias primas.

Queue $P_1 - P_{10}$ (puntos de almacenamiento provisional): Los elementos arriban a cada uno de los puntos, cada queue (P_i) albergara 10 elementos en total mediante “Perform Batching”, es decir que, cuando las colas tengan 10 elementos se puede continuar con el siguiente proceso, en este punto se deben las características físicas a los elementos que entran en cada una de las colas.

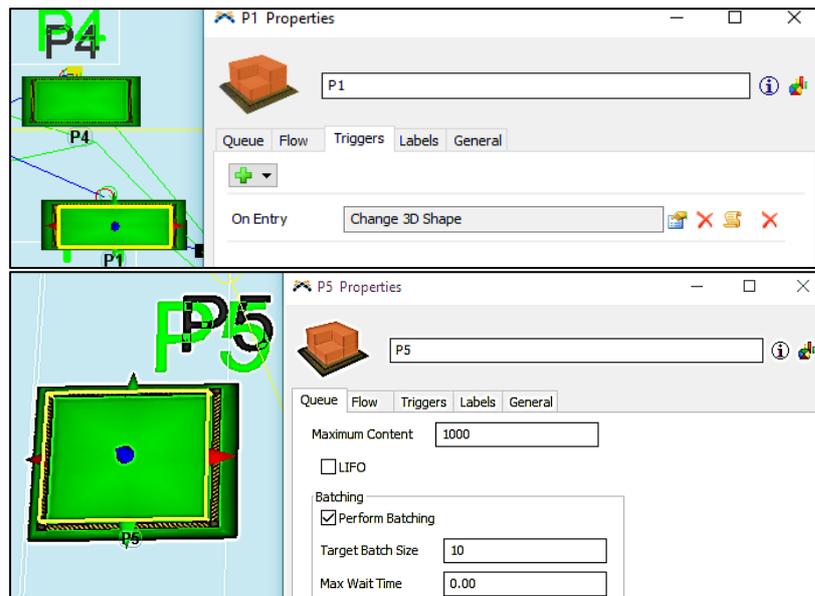


Figura 45. Programación queue $P_1 - P_{10}$ (puntos de almacenamiento provisional)- recepción de materias primas.

NetworkNode: Son puntos de referencia empleados para establecer las rutas de recorridos, para tener una secuencia de operaciones.

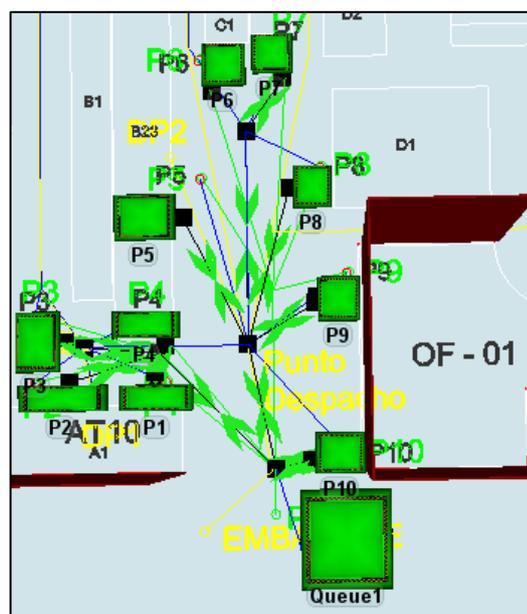


Figura 46. NetworkNode- recepción de materias primas.

Operador de recepción: Son usados para transportar elementos entre colas, para configurar las secuencias se deben unir a las colas y a los NetworkNode para seguir una ruta en específico, los operadores tienen una capacidad máxima de 1 elemento.

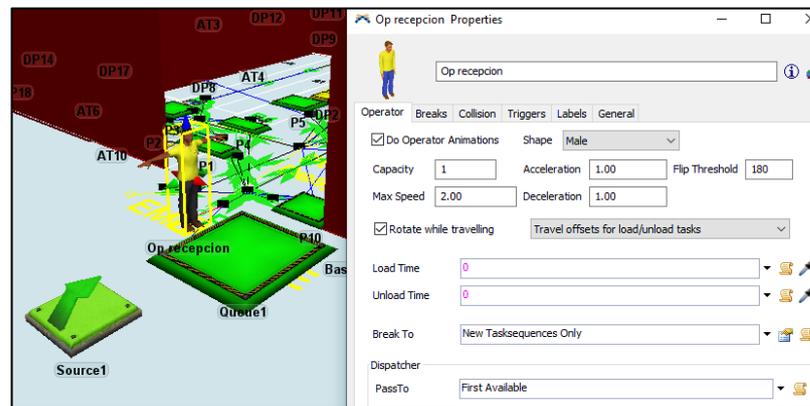


Figura 47. Programación operador - recepción de materias primas.

Programación para el proceso de almacenamiento de materias primas

El proceso consiste en tomar las unidades almacenadas en los puntos ($P_1 - P_{10}$) y almacenarlos en los puntos del AT_1 al AT_{10} de forma secuencial, es decir del P_1 al AT_1 hasta terminar con el P_{10} al AT_{10} , en este proceso se emplea un coche metálico que permite transportar como máximo 3 unidades por viaje, bajo este parámetro del punto P_i al AT_i se efectúan 4 transportes en total para transportar las 10 unidades (3 viajes con 3 unidades y 1 viaje con 1 unidad), hasta almacenar las 100 unidades.

Queue (P_i-AT_i): Se conectan las colas de los puntos P_i hasta los puntos AT_i en función a las condiciones del proceso de almacenamiento, también se deben asociar con los NetworkNode y los operadores.

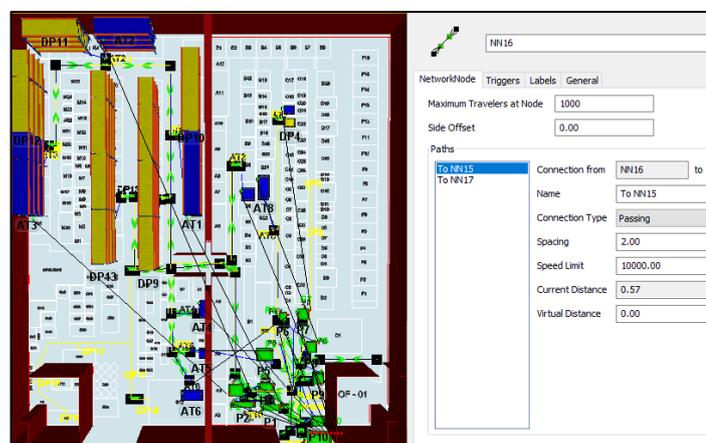


Figura 48. Programación queue (P_i-AT_i) - almacenamiento de materias primas.

Operario de almacenamiento: Está configurados para tener una capacidad máxima de 3 unidades por viaje, los operadores siguen una ruta mediante los NetworkNode.

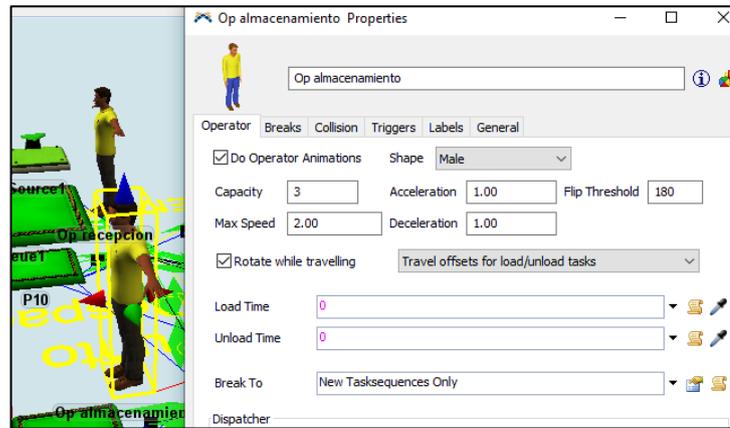


Figura 49. Programación operador - almacenamiento de materias primas.

Programación para el proceso de despacho de materias primas

El proceso consiste en despachar 18 unidades requeridas, el operario se dirige a cada uno de los puntos designados DP_i , toma la unidad y la coloca en el área de despacho para su embarque al camión.

Source 2 (despacho): Al momento de ejecutar la simulación se generan 18 elementos y los envía a cada uno de los puntos asignados ($DP_1 - DP_{18}$), de igual forma, los elementos estarán configurados con un diferente tipo, son enviados de forma ordenada a cada uno de los puntos destinados dentro de la locación DP_i .

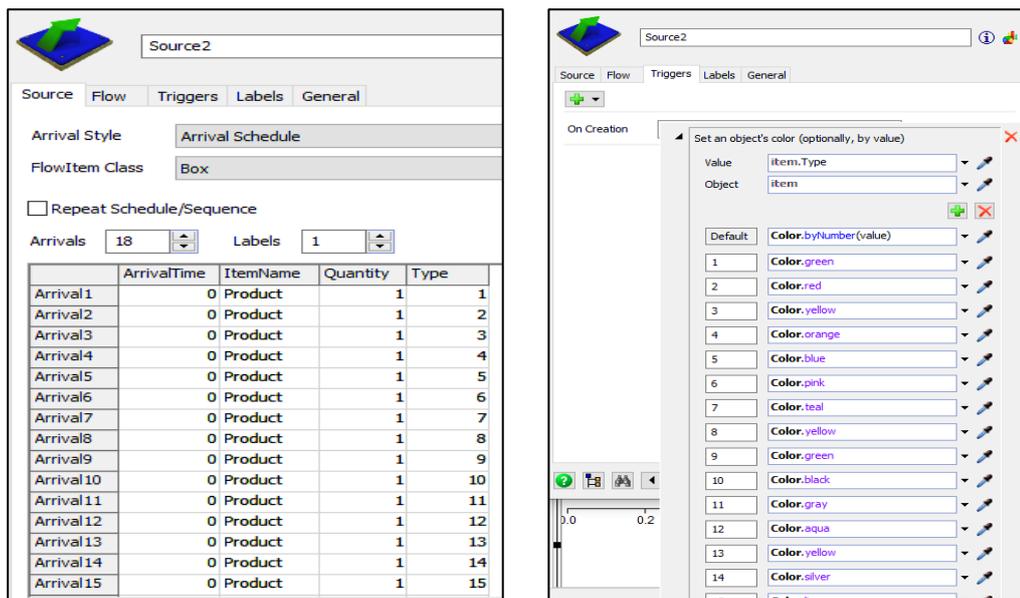


Figura 50. Programación source 2 - despacho de materias primas.

Queue DP₁ – DP₁₈: Los elementos llegan y se mantienen provisionalmente (Queue) hasta que el operario tome los elementos y los deposite en el Queue 2 para el despacho final de los 18 elementos.

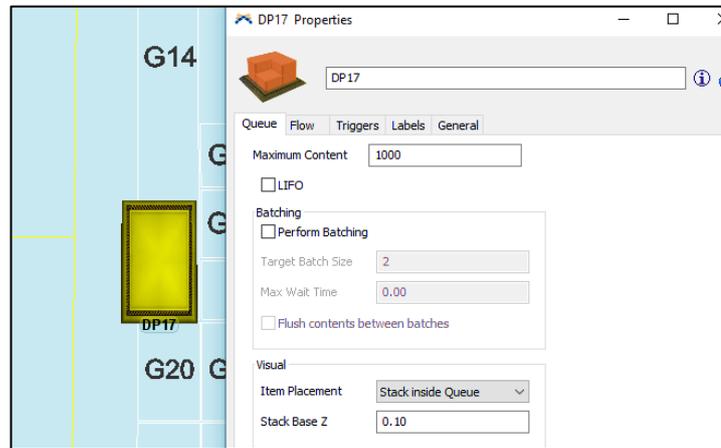


Figura 51. Programación queue DP₁ – DP₁₈ - despacho de materias primas.

Queue 2 (punto de despacho): Finalmente cada uno de los puntos (DP₁ – DP₁₈) están conectados a una cola final para el despacho de los elementos requeridos hacia el camión.

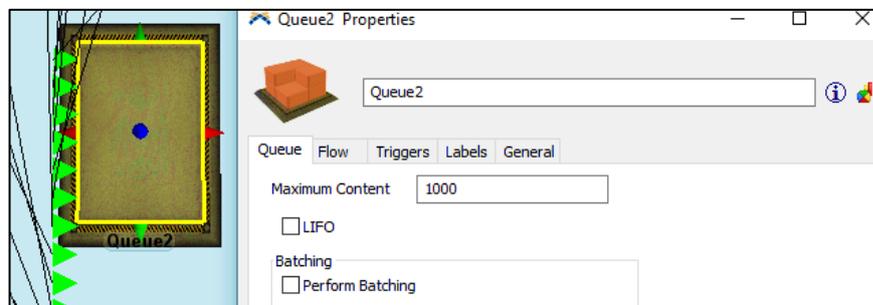


Figura 52. Programación queue 2 - despacho de materias primas.

Análisis de los resultados – distribución de instalaciones actual

Al correr el modelo de simulación, FlexSim presenta un análisis de los viajes efectuados y las distancias recorridas de los elementos dentro del entorno de simulación, en el cual se recopilan todas las distancias empleadas por el operador para llevar a cabo cada uno de los procesos, además, presenta un estadístico basado en el tiempo de permanencia o espera por actividad, en la Figura 53 se muestran las distancias recorridas por los operadores, los tiempos de permanencia por proceso, el tiempo por proceso, una gráfica de salidas vs el tiempo y el throughput de los operadores.

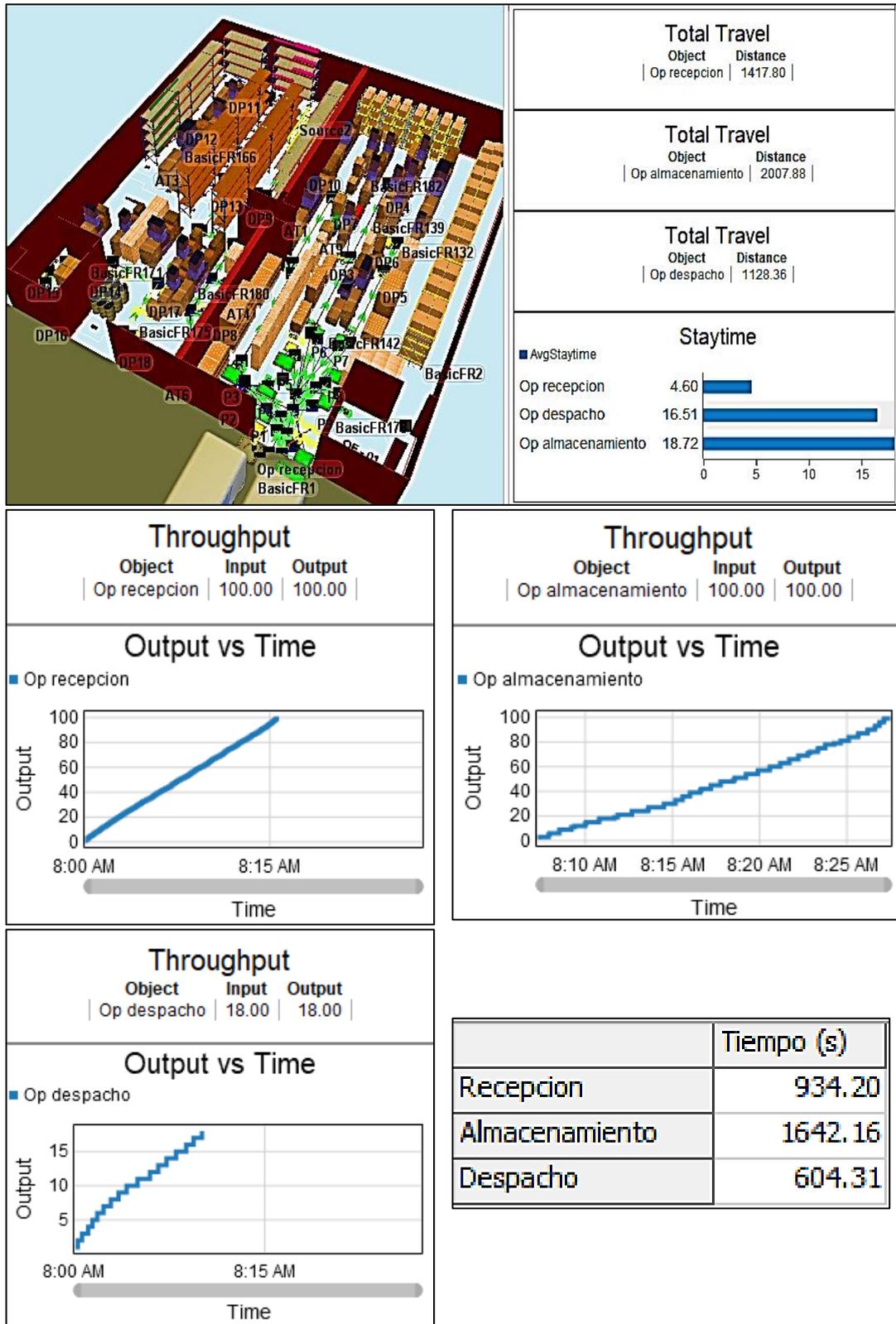


Figura 53. Resultados de la simulación – distribución de instalaciones actual.

Una vez corrida la simulación se observa que, la distancia total recorrida para el proceso de recepción es de 1.417,80 metros, el proceso de almacenamiento presenta una distancia de 2.007,88 metros para 100 unidades y finalmente una distancia de 1.128,36 metros para el proceso de despacho, este último para preparar un pedido de 18 unidades, el tiempo de permanencia de los operarios, para el proceso de recepción es de 4,60 segundos, para el proceso de almacenamiento es de 18,72 segundos y para el proceso de despacho 16,51 segundos, el throughput para los operarios de recepción y de almacenamiento es de 100 elementos tanto de entrada como salida, y para el operario de despacho es de 18, las gráficas de salidas vs tiempos se mantienen constantes, es decir los operarios se mantienen en operatividad constante, el tiempo de duración para el procesos de recepción es 934,20 segundos, para el procesos de almacenamiento de 1.642,16 segundos y para el proceso de despacho es de 604, 31 segundos.

A partir de los datos obtenidos se puede establecer que el proceso de almacenamiento es el que mayor distancia recorre 2.007,88 metros, presenta un mayor tiempo de permanencia con 18,72 segundos y el proceso que más tiempo tarda a partir del modelado de simulación con 1.642,16 segundos.

Cálculo del error para la distribución de instalación actual - simulación vs teórico

En base al cálculo de las distancias lineales teóricas determinadas a partir del análisis carga distancia para cada uno de los procesos mostrados en las Tablas 12, 15 y 19, se realiza el cálculo del error mediante la Ecuación 3 a continuación.

$$\text{Error} = \frac{|\text{Distancia Teórica} - \text{Distancia Simulada}|}{\text{Distancia Simulada}} * 100\% \quad (3)$$

Donde:

Distancia Teórica: Proviene de los cálculos obtenidos de la aplicación del método carga distancia.

Distancia Simulada: Generado mediante el modelado en el software de simulación.

Recepción de materias primas

Distancia teórica: 1.419,82 metros

Distancia simulada: 1.417,84 metros

$$\text{Error} = \frac{|1.419,82 - 1.417,84| \text{ metros}}{1.417,84 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 0,14\%$$

El error calculado para el proceso de recepción de materias primas actual es del 0,14%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad.

Almacenamiento de materias primas

Distancia teórica: 2.009,02 metros

Distancia simulada: 2.007,88 metros

$$\text{Error} = \frac{|2.009,02 - 2.007,88| \text{ metros}}{2.007,88 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 0,07\%$$

El error calculado para el proceso de almacenamiento de materias primas actual es del 0,07%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad.

Despacho de materias primas

Distancia teórica: 1.113,59 metros

Distancia simulada: 1.128,61 metros

$$\text{Error} = \frac{|1.113,59 - 1.128,36| \text{ metros}}{1.128,36 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 1,33\%$$

El error calculado para el proceso de despacho de materias primas actual es del 1,33%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad.

Los errores calculados de la simulación con respecto al análisis carga distancia teórica para los tres procesos no son superiores al 1,5%, lo que denota que, no existe una

variación considerable, por ende, se puede establecer que las distancias se asemejan en gran medida tanto para el entorno teórico como simulado.

Layout actual de las instalaciones

La Figura 54 recrea el layout actual de las instalaciones mediante el software de simulación FlexSim, mostrando el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas de la empresa de calzado Gamó's.

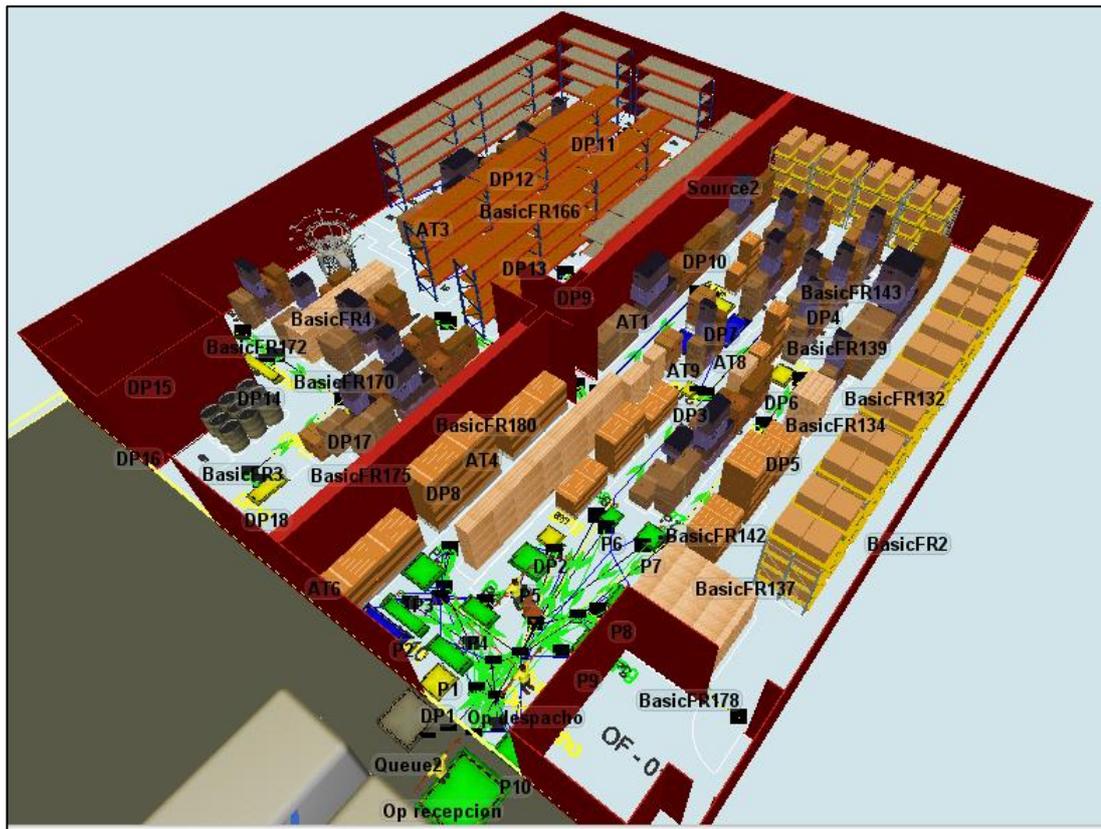


Figura 54. Layout actual de las instalaciones simulado.

Mediante la simulación de los procesos se puede evidenciar de forma gráfica como se desarrolla el movimiento interno de los operadores, además, se identifican las rutas, recorridos y transportes realizados, permitiendo observar las distancias totales empleadas por los operadores para el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas, de igual forma, permite observar ciertas problemáticas mencionadas en el desarrollo de proyecto como la falta de muelles de carga y descarga, la distancia entre pasillos, la falta de señalética horizontal y las limitaciones en los espacios de recepción y despacho.

Escenarios de simulación

Escenario de mejora 1: Distribución de instalaciones propuesta (redistribución de instalaciones)

Este escenario contempla solamente la redistribución de instalaciones, determinando las distancias recorridas.

Escenario de mejora 2: Distribución de instalaciones propuesta (redistribución de instalaciones y sistema de almacenamiento)

Este escenario contempla todas las implementaciones del sistema de almacenamiento, es decir, racks, montacarga y pallets, o los simula dentro de la redistribución de instalaciones, determinando las distancias recorridas.

Programación del escenario de mejora 1: Distribución de instalaciones propuesta (redistribución de instalaciones)

La programación del escenario de mejora 1 de la distribución de instalaciones propuesta está en función de cada uno de los procesos logísticos de almacenamiento de la empresa de calzado Gamó's, cabe mencionar que para la simulación no se considera el uso de la mejor unidad de carga (pallets) ni la maquinaria para la manipulación de materiales (montacargas), pero si está bajo parámetros de la redistribución de instalaciones, cabe mencionar la programación para el escenario 1 tiene una programación similar a la programación de los procesos para la distribución actual de las instalaciones.

Programación para el proceso de recepción de materias primas

El proceso consiste en desembarcar 100 unidades ya sean rollos de tela o cartones, el operario toma la unidad del camión y la deposita en cada uno de los puntos del P_1 al P_{10} , esta actividad la realiza hasta terminar de descargar todas las unidades (de una en una), la restricción para cada punto P_i es que deben almacenar un mismo tipo de unidad y como máximo 10 unidades.

Source 1 (camión de entrada MP): Se generan 10 arribos con una cantidad de 10 elementos de diferente tipo, con el fin de tener una mejor distribución de los elementos

en los puntos de almacenamiento provisionales ($P_1 - P_{10}$), como resultado se obtiene una carga total de 100 elementos, a su vez, se programa la secuencia de creación estableciendo por caso, se confiere un color en específico para cada tipo ítem como se aprecia en la Figura 55.

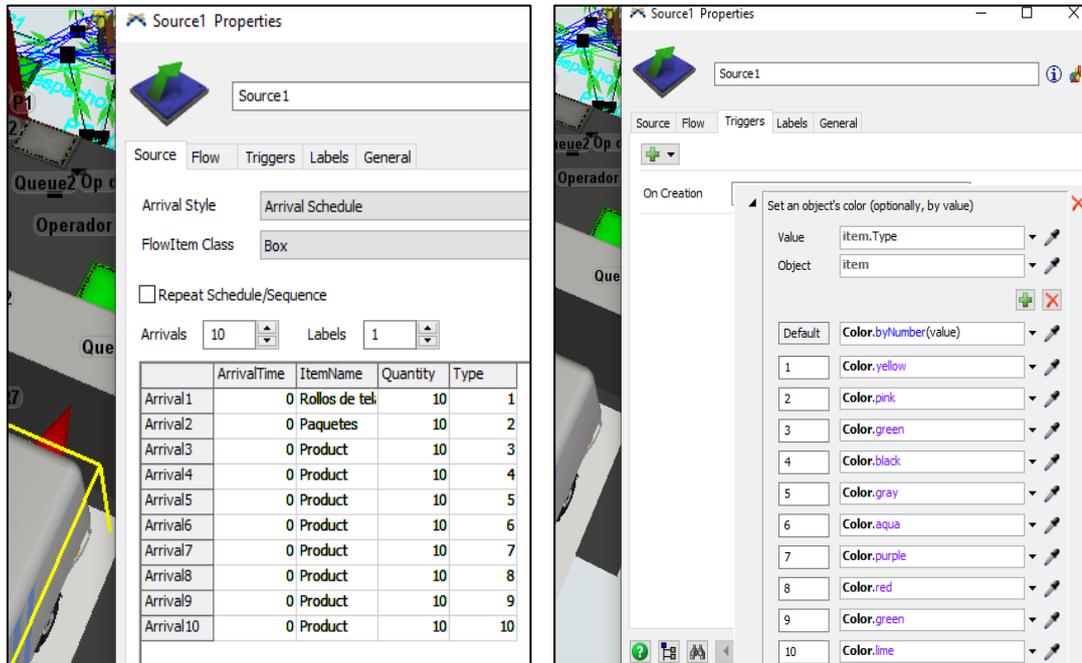


Figura 55. Programación del escenario de mejora 1 (source 1) - recepción de materias primas.

Queue 1: Una vez generados los 100 elementos mediante, llegan a la cola número 1, una vez posicionados, los ítems deben ser distribuidos de forma equitativa y ordenada de 10 en 10 cada uno de los puntos de almacenamiento provisional (P_i), relacionándolos por color.

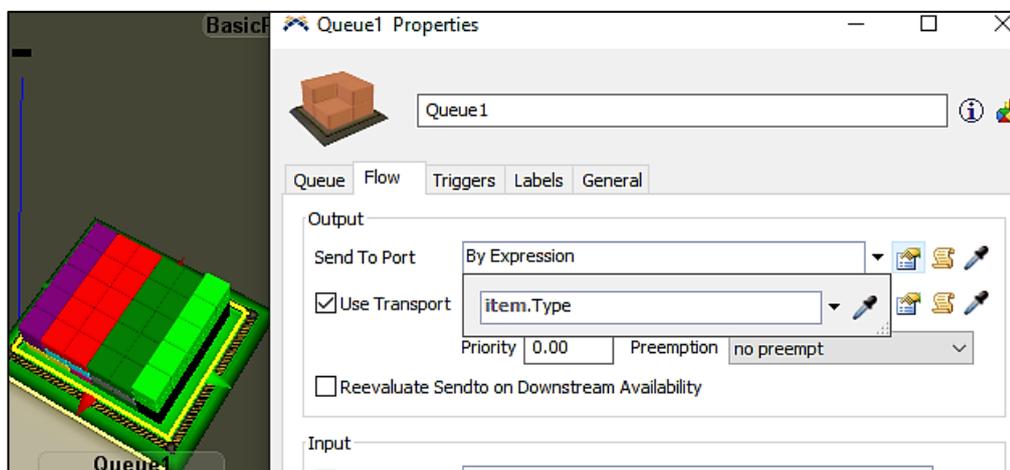


Figura 56. Programación del escenario de mejora 1 (queue 1) - recepción de materias primas.

Queue $P_1 - P_{10}$ (puntos de almacenamiento provisional): Los elementos arriban a cada uno de los puntos, cada queue (P_i) albergara 10 elementos en total mediante “Perform Batching”, es decir que, cuando las colas tengan 10 elementos se puede continuar con el siguiente proceso, en este punto se deben las características físicas a los elementos que entran en cada una de las colas.

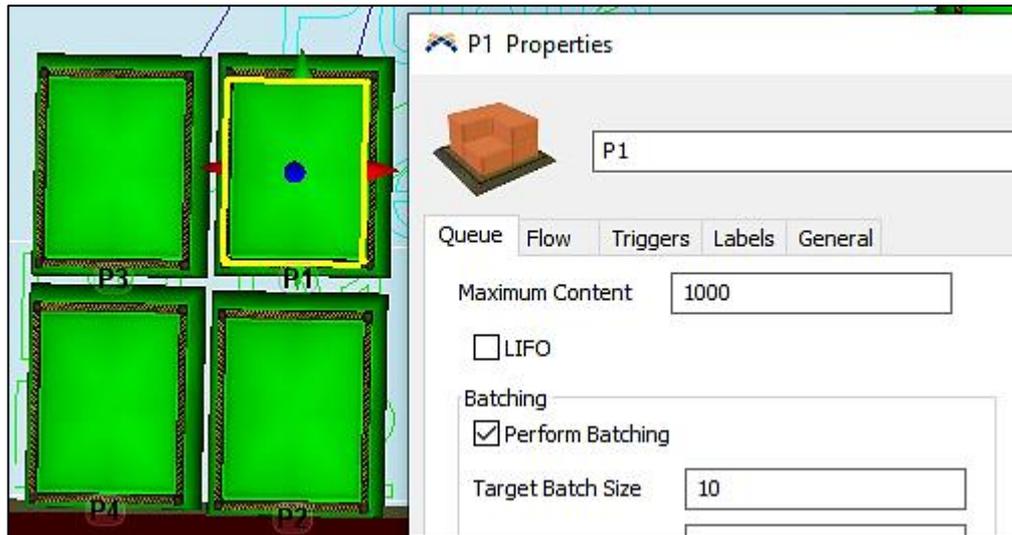


Figura 57. Programación del escenario de mejora 1 (queue $P_1 - P_{10}$)- recepción de materias primas.

Operador de recepción: Se utilizan para configurar los transportes entre colas, para configurar las secuencias se deben unir a las colas y a los NetworkNode para seguir una ruta en específico, los operadores tienen una capacidad máxima de 1 elemento.

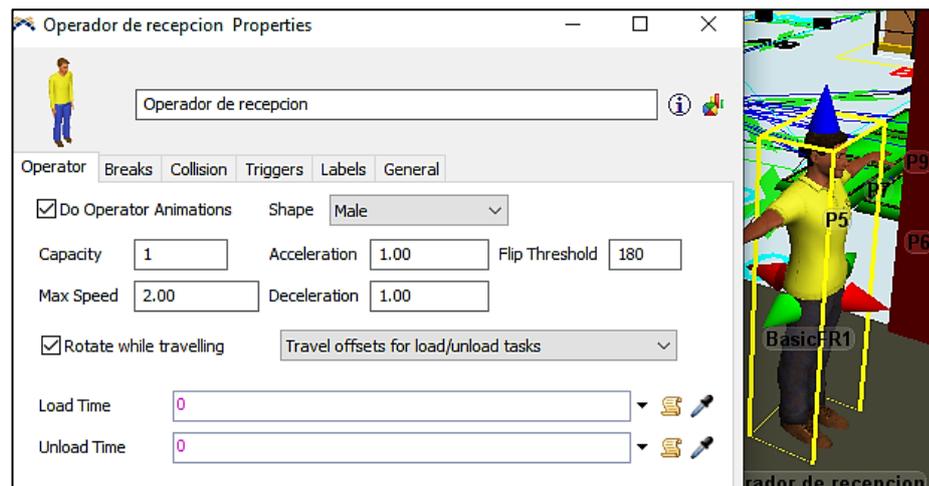


Figura 58. Programación del escenario de mejora 1 (operador) - recepción de materias primas.

Programación para el proceso de almacenamiento de materias primas

El proceso consiste en tomar las unidades almacenadas en los puntos ($P_1 - P_{10}$) y almacenarlos en los puntos del AT_1 al AT_{10} de forma secuencial, es decir del P_1 al AT_1 hasta terminar con el P_{10} al AT_{10} , en este proceso se emplea un coche metálico que permite transportar como máximo 3 unidades por viaje, bajo este parámetro del punto P_i al AT_i se efectúan 4 transportes en total para transportar las 10 unidades (3 viajes con 3 unidades y 1 viaje con 1 unidad), se realiza hasta almacenar las 100 unidades.

Queue (P_i-AT_i): Se conectan las colas de los puntos P_i hasta los puntos AT_i en función a las condiciones del proceso de almacenamiento, también se deben asociar con los NetworkNode y los operadores.

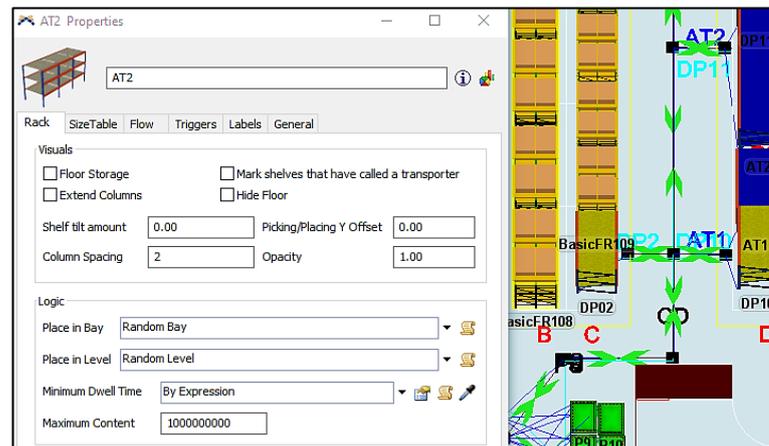


Figura 59. Programación del escenario de mejora 1 (queue P_i-AT_i) - almacenamiento de materias primas.

Operario de almacenamiento: Está configurados para tener una capacidad máxima de 3 unidades por viaje, de igual forma los operadores siguen una ruta mediante los NetworkNode.

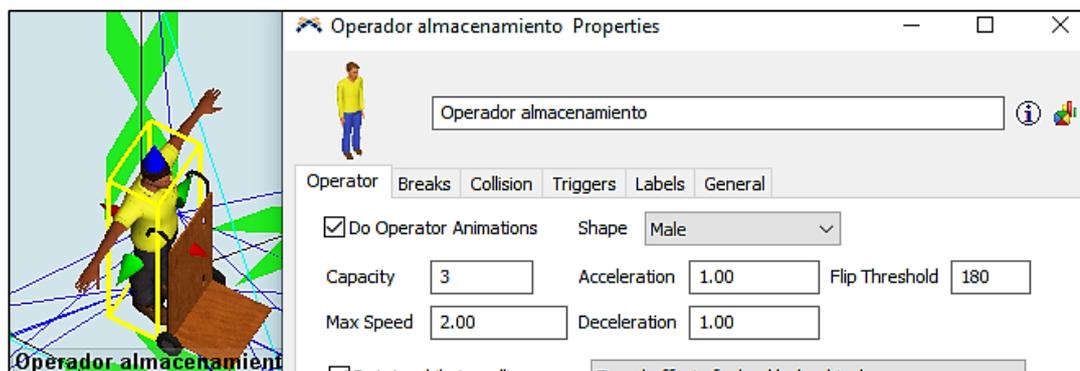


Figura 60. Programación del escenario de mejora 1 (operador) - almacenamiento de materias primas.

Programación para el proceso de despacho de materias primas

El proceso consiste en despachar 18 unidades requeridas, el operario se dirige a cada uno de los puntos designados DP_1 , toma la unidad y la coloca en el área de despacho para su embarque al camión.

Source 2 (despacho): Al momento de ejecutar la simulación se generan 18 elementos y los envía a cada uno de los puntos asignados ($DP_1 - DP_{18}$), de igual forma, los elementos estarán configurados con un diferente tipo, se envían los elementos de forma ordenada a cada uno de los puntos destinados dentro de la locación DP_i , también se asigna un color para cada elemento

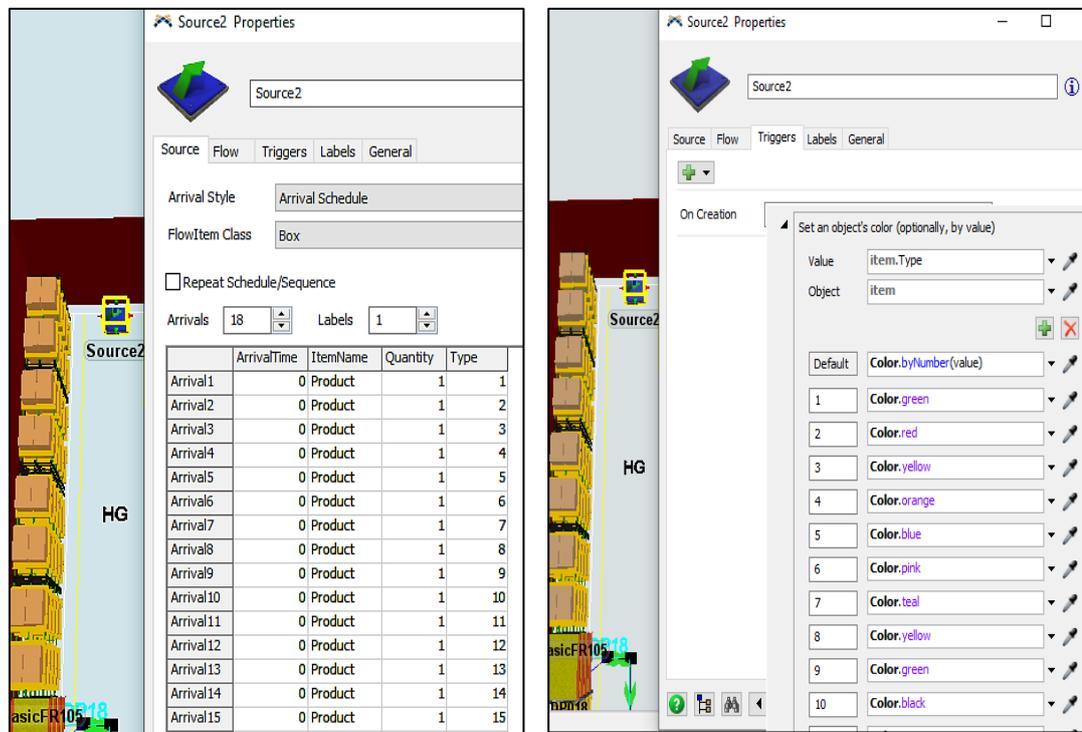


Figura 61. Programación del escenario de mejora 1 (source 2) - despacho de materias primas.

Queue $DP_1 - DP_{18}$: Los elementos llegan y se mantienen provisionalmente (Queue) hasta que el operario tome los elementos y los deposite en el Queue 2 para el despacho final de los 18 elementos.

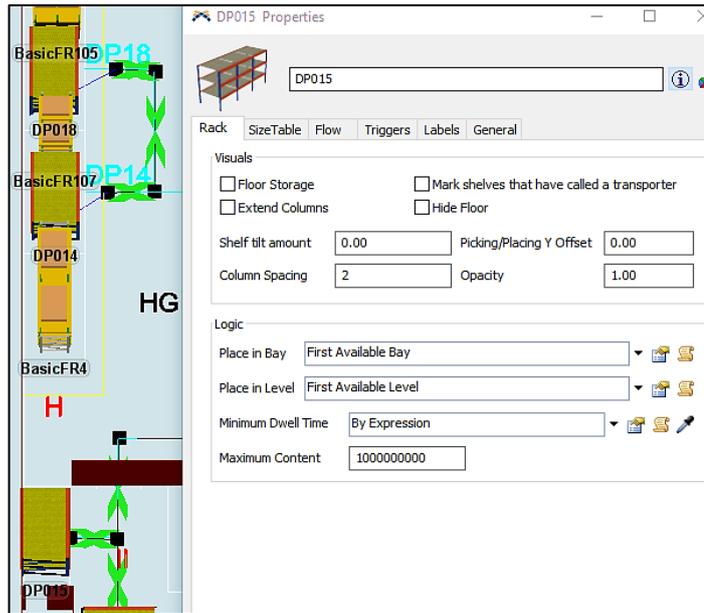


Figura 62. Programación del escenario de mejora 1 (queue $DP_1 - DP_{18}$) - despacho de materias primas.

Queue 2 (punto de despacho): Cada uno de los puntos ($DP_1 - DP_{18}$) están conectados a una cola final para el despacho de los elementos requeridos hacia el camión.

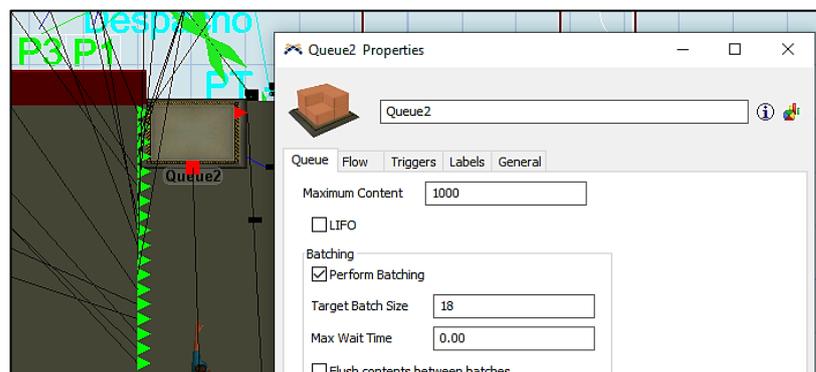


Figura 63. Programación del escenario de mejora 1 (queue 2) - despacho de materias primas.

Análisis de los resultados – escenario de mejora 1: Distribución de instalaciones propuesta (redistribución de instalaciones)

Al correr el modelo de simulación, FlexSim presenta un análisis de los viajes efectuados y las distancias recorridas de los elementos dentro del entorno de simulación, en el cual se recopilan todas las distancias empleadas por el operador para llevar a cabo cada uno de los procesos, además, presenta un estadístico basado en el tiempo de permanencia o espera por actividad, en la Figura 64 se muestran las distancias recorridas por los operadores, los tiempos de permanencia por proceso, el

tiempo por proceso, una gráfica de salidas vs el tiempo y el throughput de los operadores.

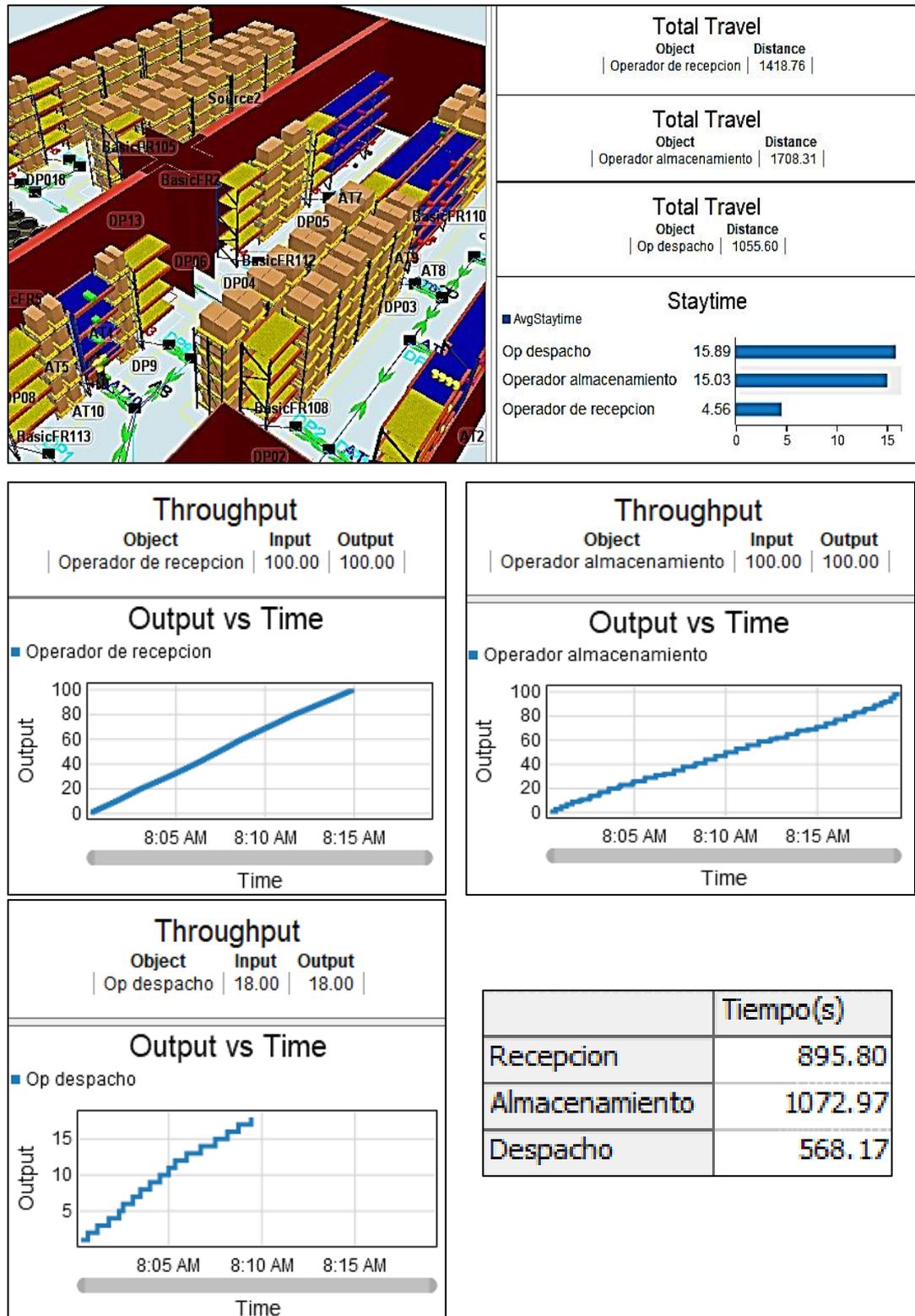


Figura 64. Resultados del escenario de mejora 1- distribución de instalaciones propuesto.

Se observa que la distancia total recorrida para el proceso de recepción es de 1.418,76 metros para descargar 100 unidades, una distancia de 1.708,31 metros para el proceso de almacenamiento y finalmente una distancia de 1.055,60 metros para el proceso de despacho, este último para preparar un pedido de 18 unidades, el tiempo de permanencia de los operarios, para el proceso de recepción es de 4,56 segundos, para el proceso de almacenamiento es de 15,03 segundos y para el proceso de despacho 15,89 segundos, el throughput para los operarios de recepción y de almacenamiento es de 100 elementos tanto de entrada como salida, y para el operario de despacho es de 18, las gráficas de salidas vs tiempos se mantienen constantes, es decir los operarios se mantienen en operatividad constante, el tiempo de duración para el proceso de recepción es 895,80 segundos, para el proceso de almacenamiento de 1.072,97 segundos y para el proceso de despacho es de 568,17 segundos.

A partir de los datos obtenidos se puede establecer que el proceso de almacenamiento es el que mayor distancia recorre 1.708,31 metros, presenta un mayor tiempo de permanencia con 15,03 segundos y el proceso que más tiempo tarda a partir del modelado de simulación con 1.072,97 segundos.

Cálculo del error para escenario de mejora 1: Distribución de instalación propuesto - simulación vs teórico

En base al cálculo de las distancias lineales teóricas determinadas a partir del análisis carga distancia para cada uno de los procesos mostrados en las Tablas 48, 49 y 50, se realiza el cálculo del error mediante la Ecuación 3 a continuación.

Recepción de materias primas escenario de mejora 1

Distancia teórica: 1.403,08 metros

Distancia simulada: 1.418,76 metros

$$\text{Error} = \frac{|1.403,08 - 1.418,76| \text{ metros}}{1.418,76 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 1,12\%$$

El error calculado para el proceso de recepción de materias primas propuesto es del 1,12%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad

Almacenamiento de materias primas

Distancia teórica: 1.693,79 metros

Distancia simulada: 1.708,31 metros

$$\text{Error} = \frac{|1.693,79 - 1.708,31| \text{ metros}}{1.708,31 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 0,85\%$$

El error calculado para el proceso de recepción de materias primas propuesto es del 0,85%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad

Despacho de materias primas

Distancia teórica: 978,00 metros

Distancia simulada: 1.055,61 metros

$$\text{Error} = \frac{|978,00 - 1.055,60| \text{ metros}}{1.055,60 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 7,87\%$$

El error calculado para el proceso de despacho de materias primas propuesto es del 7,87%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad

Los errores calculados de la simulación con respecto al análisis carga distancia teórica para los tres procesos no son elevados están por debajo del 8%, lo que denota que, no existe una variación considerable, por ende, se puede establecer que las distancias se asemejan en gran medida tanto para el entorno teórico como simulado.

Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 1

La Figura 65 recrea el layout propuesto de las instalaciones mediante el software de simulación FlexSim, mostrando las implementaciones sugeridas para el desarrollo de

los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas de la empresa de calzado Gamo's.

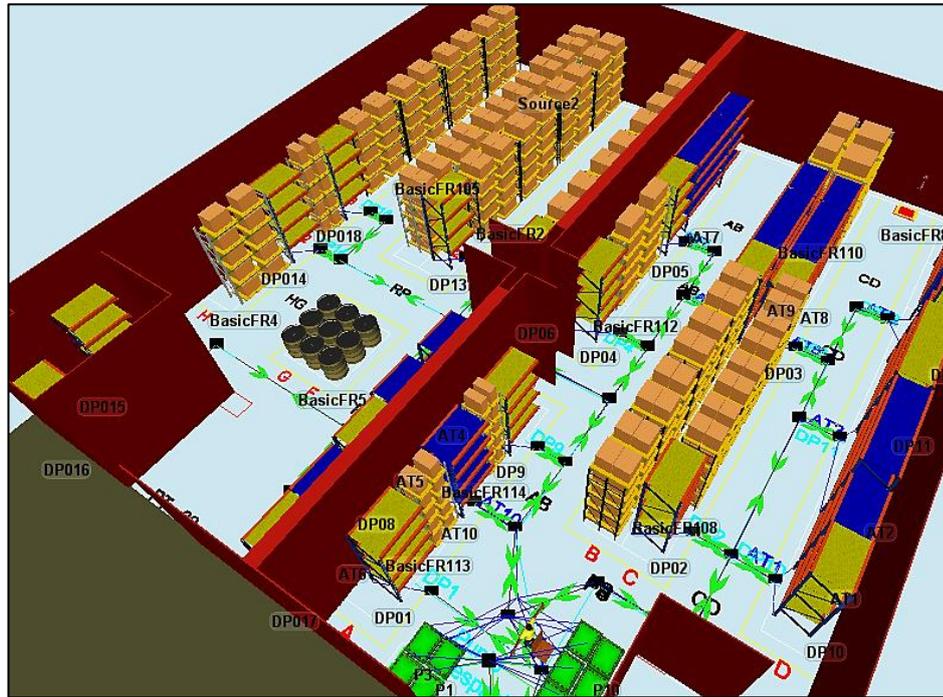


Figura 65. Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 1 simulado.

Mediante la simulación de los procesos se pudo evidenciar de forma gráfica la redistribución de instalaciones con el sistema estructural de almacenamiento, se provee de muelles carga y descarga, señalética horizontal y los extintores portales establecidos, observando el movimiento interno de los operarios, se identificaron las nuevas rutas, recorridos y transportes realizados, permitiendo analizar las distancias totales empleadas para el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas.

Programación del escenario de mejora 2: Distribución de instalaciones propuesta (con todas las implementaciones)

La programación del escenario de mejora 2 de la distribución de instalaciones propuesta está en función de cada uno de los procesos logísticos de almacenamiento de la empresa de calzado Gamo's, cabe mencionar que en la nueva distribución se implementan todas las mejoras para el sistema de almacenamiento.

Programación del proceso de recepción de materias primas

El proceso consiste en desembarcar 100 unidades, el operario toma un pallet mediante un montacargas del camión y lo deposita en cada uno de los puntos del P₁ al P₁₀, esta actividad la realiza hasta terminar de descargar todas las unidades (10 pallets), cada pallet contiene 10 unidades, la restricción para cada punto es que deben almacenar un mismo tipo de unidad.

Source 1: Se generan 10 arribos, cada arribo cuenta con una cantidad de 10 elementos de diferente tipo como resultado se obtiene una carga total de 100 elementos, se confiere un color diferente por cada uno de los Itemtype generados.

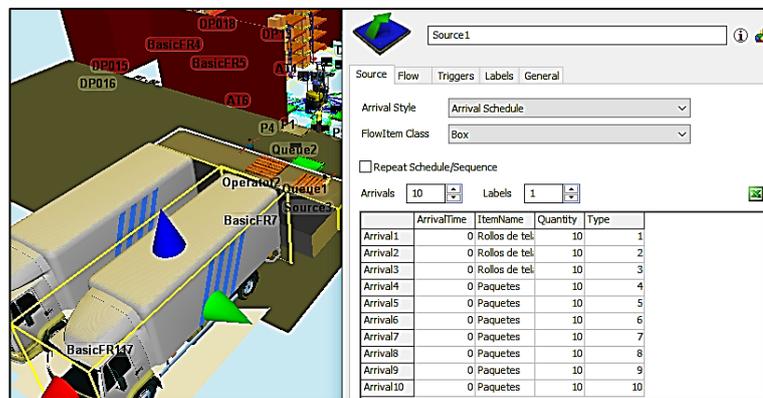


Figura 66. Programación del escenario de mejora 2 (source 1) - recepción de materias primas.

Source 3 (generación de pallets): Esta configura para que generar una cantidad de 10 elementos, en este caso serán asignados como pallets y distribuir por medio de Itemtype.

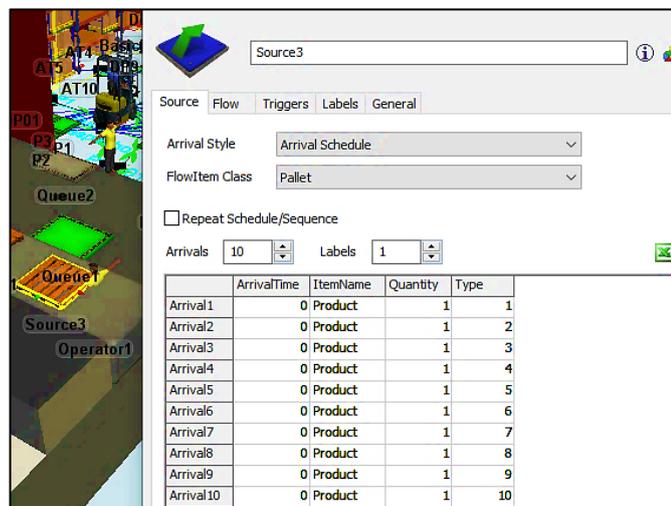


Figura 67. Programación del escenario de mejora 2 (source 3) – recepción de materias primas.

Combiner (unitarización de las cargas): Se utiliza para combinar 10 elementos generados por el Source 1 con cada elemento generado por el Source 3, logrando una unitarización de las cargas.

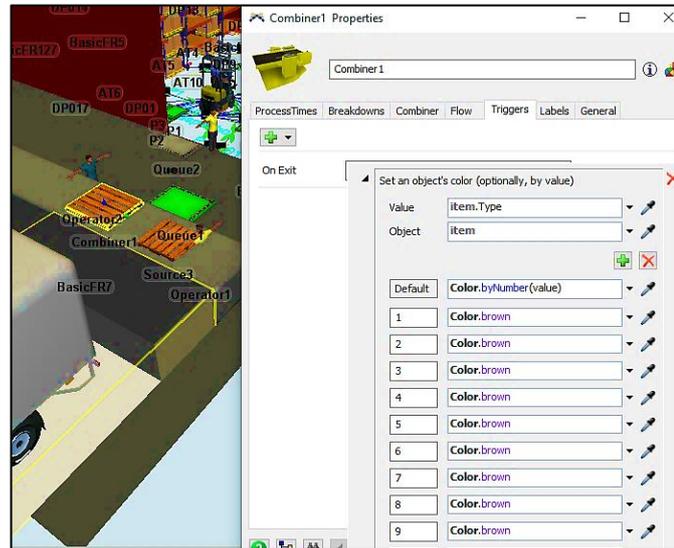


Figura 68. Programación del escenario de mejora 2 (combiner) – recepción de materias primas.

Queue 1: Una vez combinados los elementos, llegan y se posicional en la cola, una vez posicionados se distribuyen de forma equitativa y ordenada del mismo color para cada uno de los puntos de almacenamiento provisional (P_1 al P_{10}), el flujo es mediante puerto por caja y utilizando transporte.

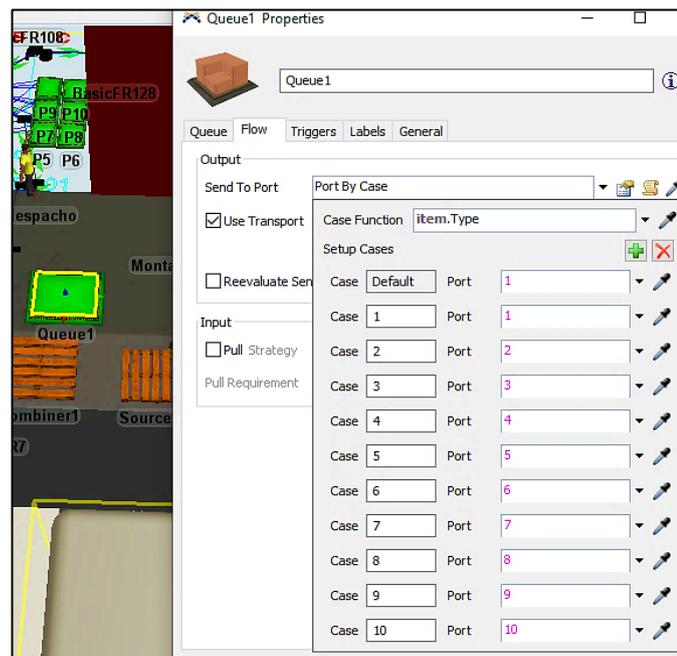


Figura 69. Programación del escenario de mejora 2 (queue 3) – recepción de materias primas.

Queue ($P_1 - P_{10}$): Los elementos arriban a cada uno de los puntos, cada Queue albergara 1 pallet con 10 elementos en total, asignando las características físicas a los elementos que entran en cada una de las colas.

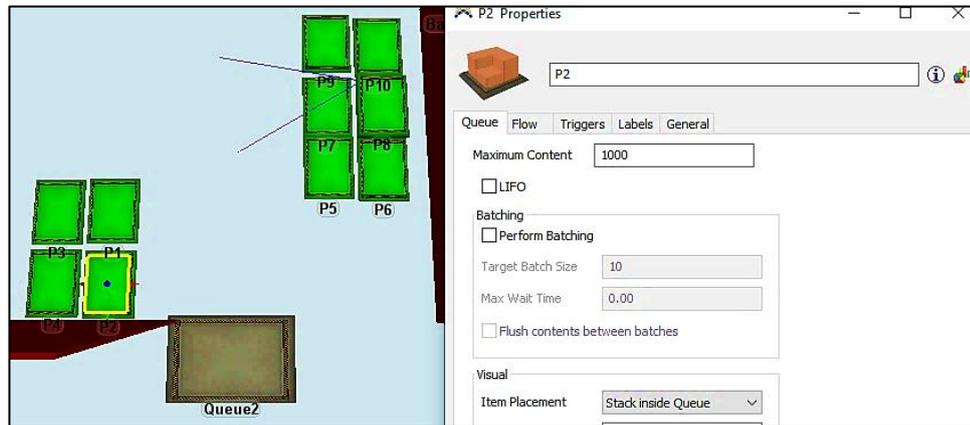


Figura 70. Programación del escenario de mejora 2 (Queue $P_1 - P_{10}$) – recepción de materias primas.

Montacargas: Se utilizan para configurar los transportes entre colas, para configurar las secuencias se deben unir a las colas y a los NetworkNode para seguir una ruta en específico, los montacargas tienen una capacidad máxima de 1 pallet.

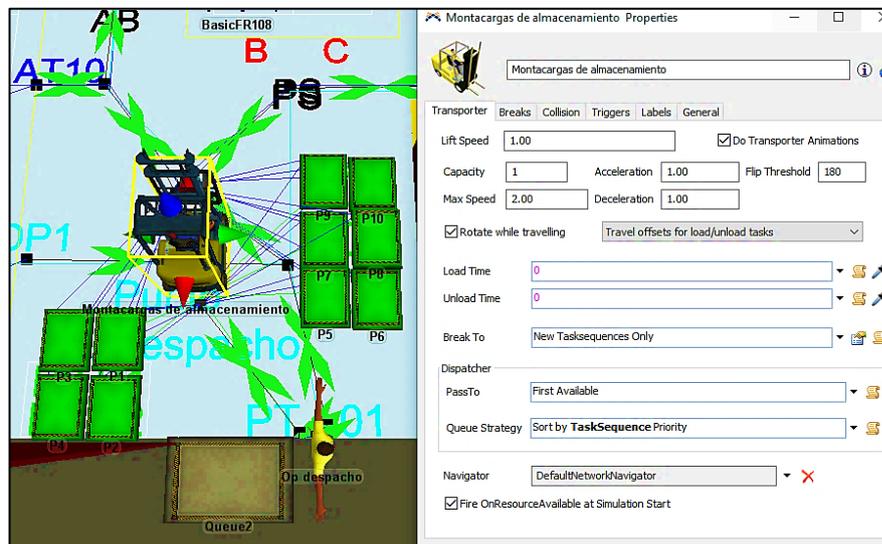


Figura 71. Programación del escenario de mejora 2 (montacargas) – recepción de materias primas.

Programación del proceso de almacenamiento de materias primas

El proceso consiste en tomar las unidades de carga (pallets) almacenadas en los puntos ($P_1 - P_{10}$) y depositarlos en los puntos AT_1 al AT_{10} de forma secuencial, es decir, del P_1 al AT_1 hasta terminar con el P_{10} al AT_{10} , en este proceso se emplea un montacargas

que permite transportar 1 pallet con 10 unidades por viaje, este proceso se realiza hasta almacenar los 10 pallets.

Queue ($P_i - AT_i$): Se conectan las colas del P_i hasta AT_i en función a las condiciones del proceso de almacenamiento, es decir, el operario toma el pallet con el montacargas, lo almacena y regresa por otro pallet.



Figura 72. Programación del escenario de mejora 2 (queue $P_i - AT_i$) - almacenamiento de materias primas.

Queue (AT_i): Están configurados para que el almacenamiento sea de forma ordenada en los racks seleccionados.

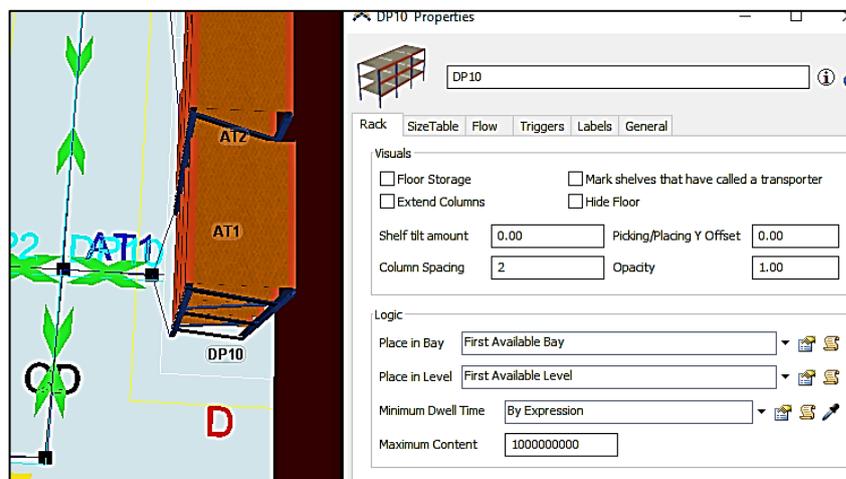


Figura 73. Programación del escenario de mejora 2 (queue AT_i) - almacenamiento de materias primas.

Programación del proceso de despacho de materias primas

El proceso consiste en despachar 18 unidades, el operario se dirige a cada uno de los puntos designados DP_i , toma la unidad y la coloca en el área de despacho para su embarque al camión.

Source 2: Al momento de iniciar la simulación se generan 18 elementos y son enviados a cada uno de los puntos asignados ($DP_1 - DP_{18}$), de igual forma, los elementos estarán configurados con un diferente tipo, Los elementos son enviados de forma ordenada a cada uno de los puntos destinados DP_i dentro de la locación, asignando un color para cada elemento.

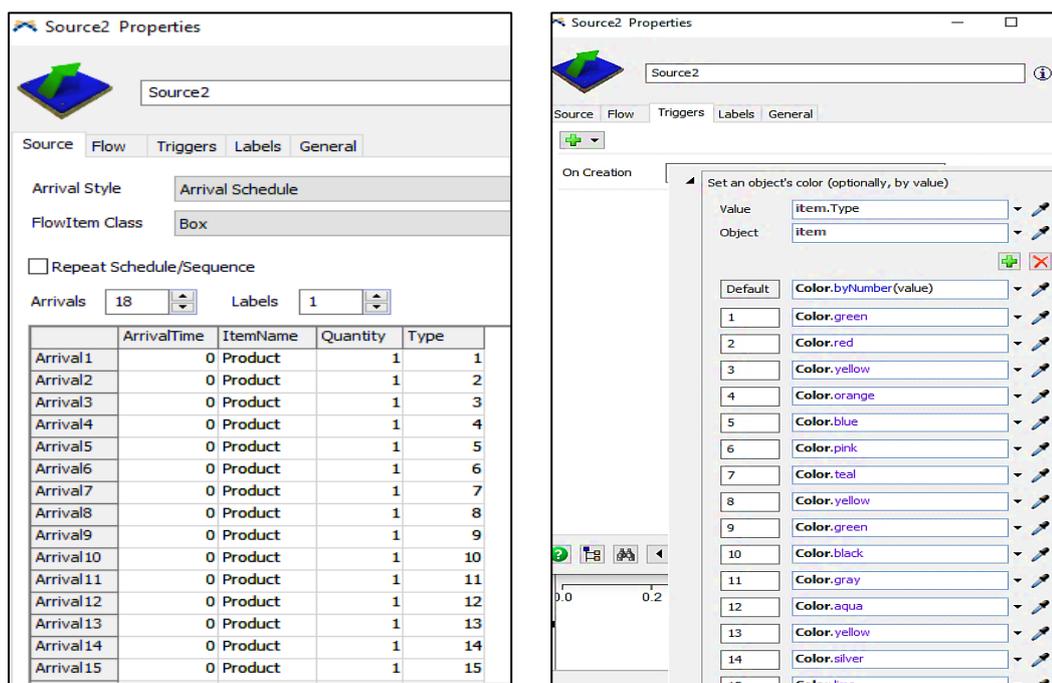


Figura 74. Programación del escenario de mejora 2 (source 2) - despacho de materias primas.

Queue $DP_1 - DP_{18}$: Los elementos llegan y se mantienen provisionalmente (queue) hasta que el operario tome los elementos y los llegue al queue 2 para el despacho de los elementos, esta operación se repite para los 18 elementos.

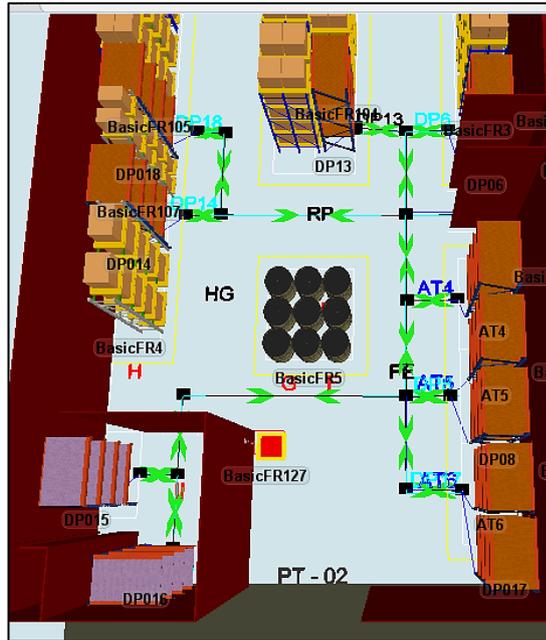


Figura 75. Programación del escenario de mejora 2 (queue $DP_1 - DP_{18}$) - despacho de materias primas.

Queue 2: Finalmente, cada uno de los puntos ($DP_1 - DP_{18}$) está conectado a una cola final para el despacho de los elementos requeridos.

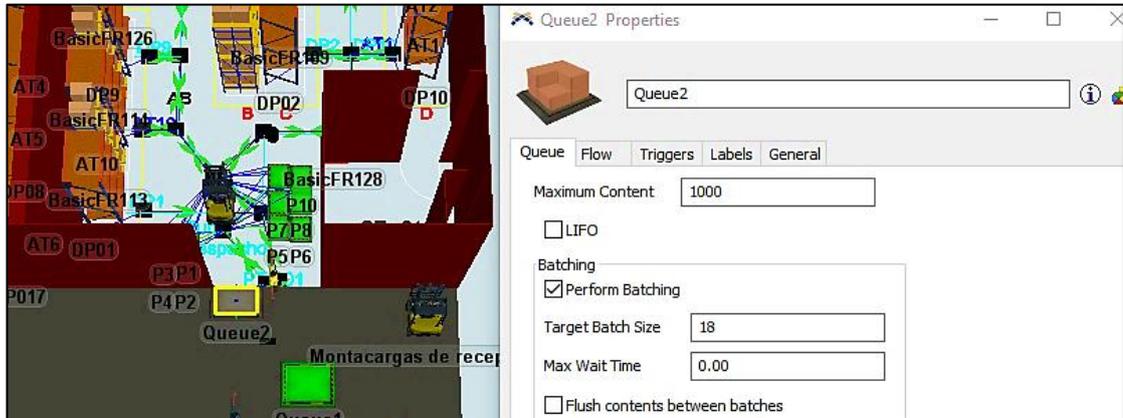


Figura 76. Programación del escenario de mejora 2 (queue 2) - despacho de materias primas.

Análisis de los resultados – escenario de mejora 2: Distribución de instalaciones propuesta (con montacargas)

Al correr el modelo de simulación, FlexSim presenta un análisis de los viajes efectuados y las distancias recorridas de los elementos dentro del entorno de simulación, en el cual se recopilan todas las distancias empleadas por el operador para llevar a cabo cada uno de los procesos, además, presenta un estadístico basado en el tiempo de permanencia o espera por actividad, en la Figura 77 se muestran las

distancias recorridas por los operadores, los tiempos de permanencia por proceso, el tiempo por proceso, una gráfica de salidas vs el tiempo y el throughput de los operadores.

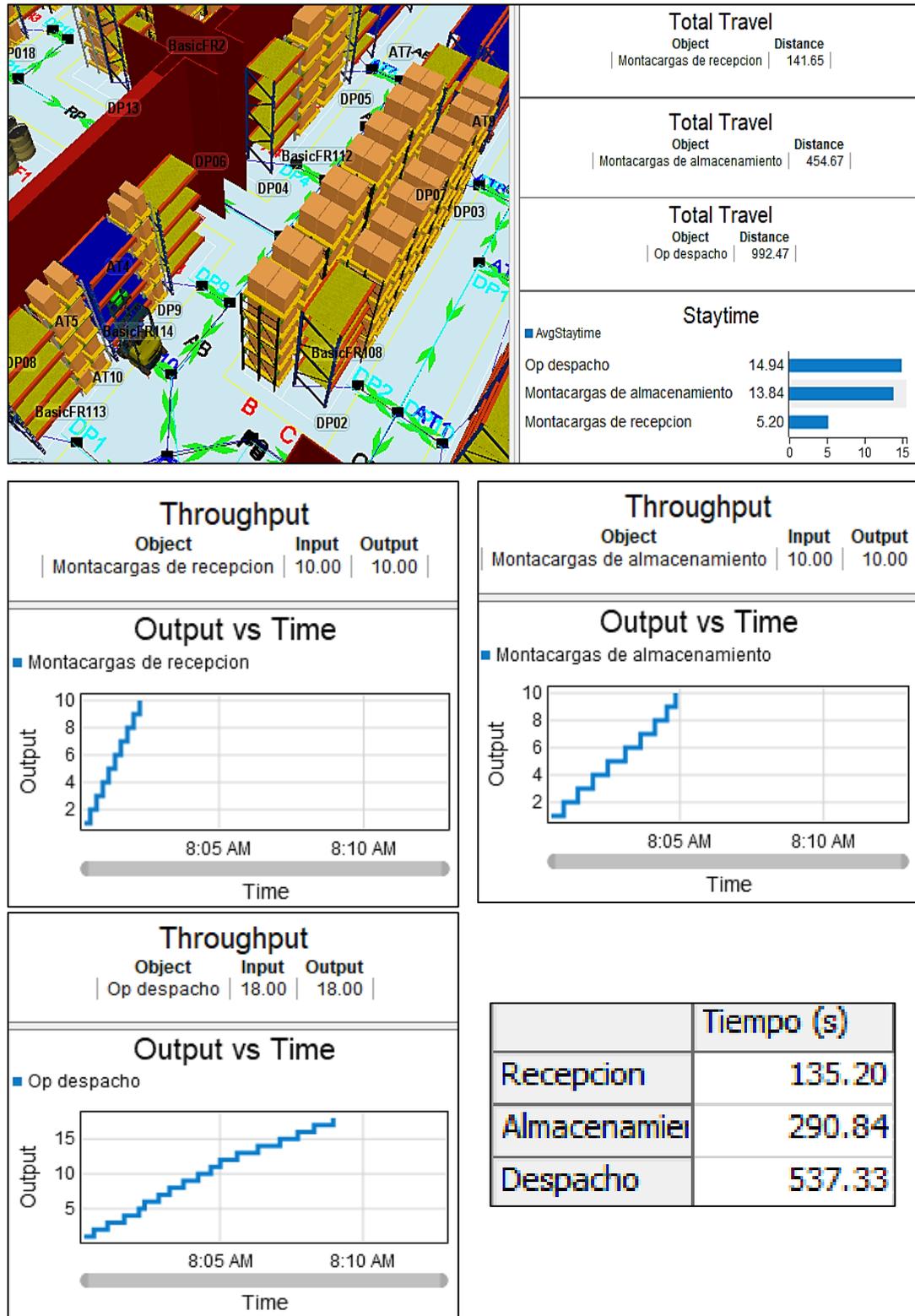


Figura 77. Resultados del escenario 2 de simulación – distribución de instalaciones propuesto.

Se observa que la distancia total recorrida para el proceso de recepción es de 141,65 metros para descargar 100 unidades, una distancia de 454,67 metros para el proceso de almacenamiento y finalmente una distancia de 992,47 metros para el proceso de despacho, este último para preparar un pedido de 18 unidades, el tiempo de permanencia de los operarios, para el proceso de recepción es de 4,56 segundos, para el proceso de almacenamiento es de 13,34 segundos y para el proceso de despacho 14,94 segundos, el throughput para los operarios de recepción y de almacenamiento es de 100 elementos tanto de entrada como salida, y para el operario de despacho es de 18, las gráficas de salidas vs tiempos se mantienen constantes, es decir los operarios se mantienen en operatividad constante, el tiempo de duración para el proceso de recepción es 135,20 segundos, para el proceso de almacenamiento de 290,84 segundos y para el proceso de despacho es de 537,33 segundos.

A partir de los datos obtenidos se puede establecer que el proceso de despacho es el que mayor distancia recorre 992,47 metros, presenta un mayor tiempo de permanencia con 14,94 segundos y el proceso que más tiempo tarda a partir del modelado de simulación con 537,33 segundos.

Cálculo del error para escenario de mejora 2 distribución de instalación actual - simulación vs teórico

En base al cálculo de las distancias lineales teóricas determinadas a partir del análisis carga distancia para cada uno de los procesos mostrados en las Tablas 45, 46 y 47, se realiza el cálculo del error mediante la Ecuación 3 a continuación.

Recepción de materias primas

Distancia teórica: 140,31 metros

Distancia simulada: 141,65 metros

$$\text{Error} = \frac{|140,31 - 141,65| \text{ metros}}{141,65 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 0,95\%$$

El error calculado para el proceso de recepción de materias primas propuesto es del 0,95%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad

Almacenamiento de materias primas

Distancia teórica: 423,45 metros

Distancia simulada: 454,67 metros

$$\text{Error} = \frac{|423,45 - 454,67| \text{ metros}}{454,67 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 7,37\%$$

El error calculado para el proceso de almacenamiento de materias primas propuesto es del 7,37%, presentando variabilidad, pues la diferencia entre las dos distancias es de 31,22 metros, sin embargo, presentan similitud y se corroboran los datos.

Despacho de materias primas

Distancia teórica: 978 metros

Distancia simulada: 992,47 metros

$$\text{Error} = \frac{|978,00 - 992,47| \text{ metros}}{992,47 \text{ metros}} * 100\%$$

$$\text{Error} = 1,48\%$$

El error calculado para el proceso de despacho de materias primas propuesto es del 1,48%, permitiendo corroborar los datos, pues no se presenta mayor variabilidad

Los errores calculados de la simulación con respecto al análisis carga distancia teórica para los tres procesos no son elevados están por debajo del 8%, lo que denota que no existe una variación considerable, por ende, se puede establecer que las distancias se asemejan en gran medida tanto para el entorno teórico como simulado.

Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 2

La Figura 78 recrea el layout propuesto de las instalaciones mediante el software de simulación FlexSim, mostrando las implementaciones sugeridas para el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas de la empresa de calzado Gamo's.

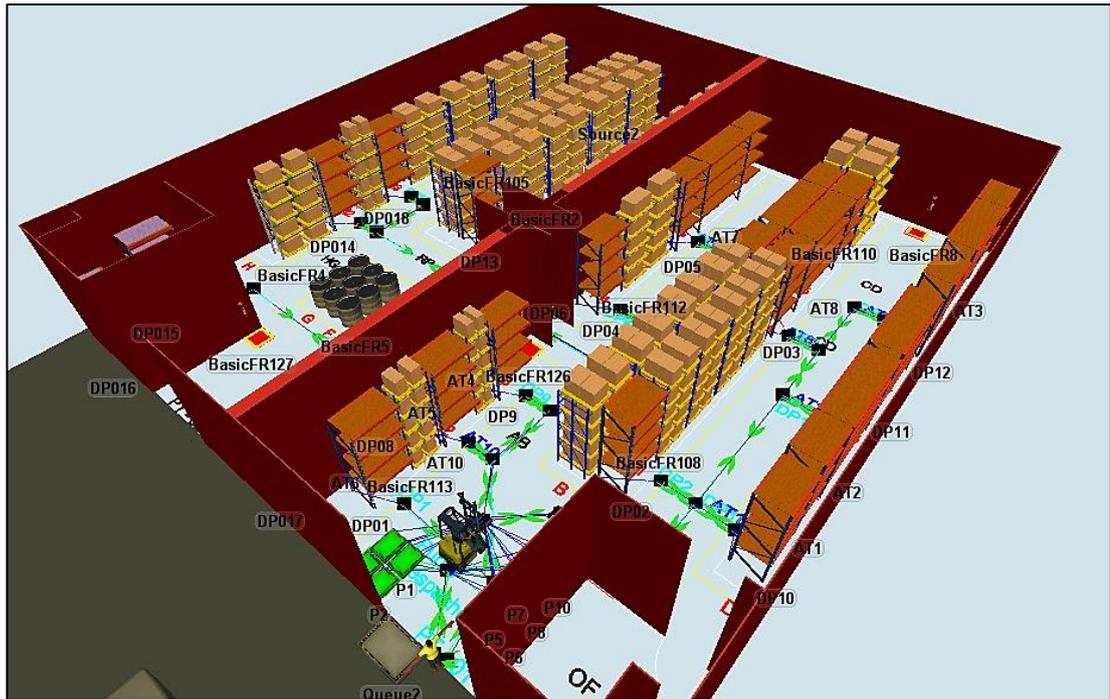


Figura 78. Layout propuesto de las instalaciones escenario de mejora 2 simulado.

Mediante la simulación de los procesos se puede evidenciar de forma gráfica como es la distribución de instalaciones con el nuevo sistema de almacenamiento, la unitarización de las cargas, el uso de maquinarias para la manipulación y transporte de cargas, además de la implementación de muelles, señalética horizontal y los extintores portales establecidos, observando el movimiento interno tanto del montacargas como de los operarios, además se identifican de las nuevas rutas, recorridos y transportes realizados, permitiendo analizar las distancias totales empleadas para el desarrollo de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materias primas.

En el Anexo 11 y 12 se muestran la comparación de las distribuciones de instalaciones actual y propuesta conforme al dimensionamiento.

Análisis de los resultados globales de la investigación mediante la simulación.

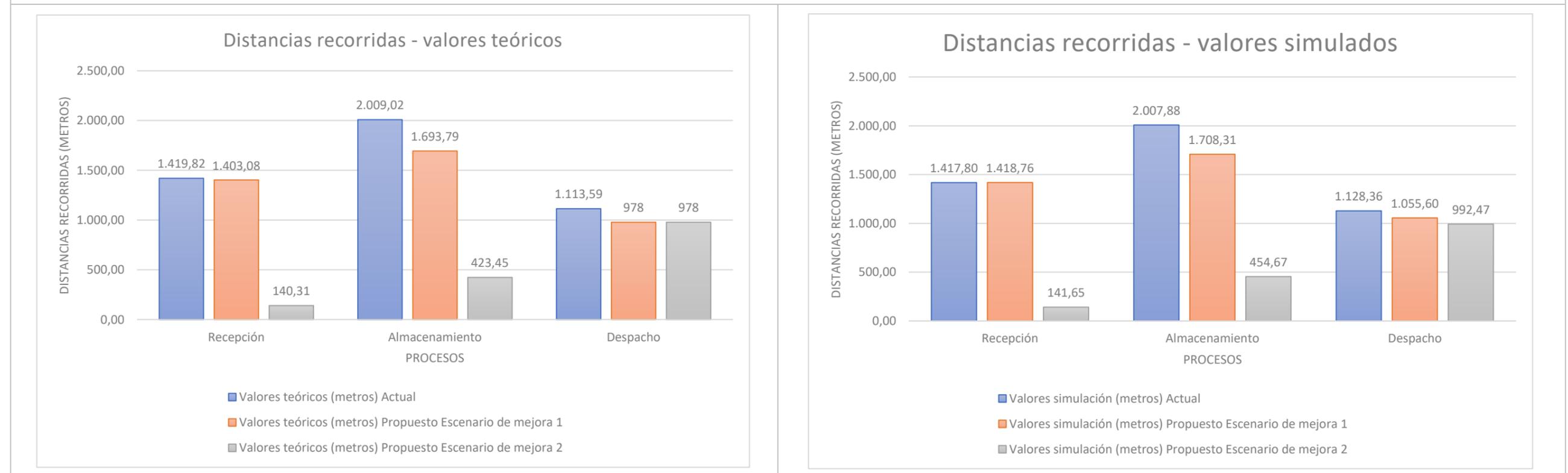
Distancia recorrida

A continuación, en la Tabla 56 se muestra los resultados globales de la simulación relacionados con las distancias recorridas de la investigación para los escenarios de mejora.

Tabla 56. Resultados de la simulación – distancias recorridas

Procesos	Valores teóricos (metros)			Valores simulación (metros)			Cálculo error (%)			Reducción distancias (metros)			
	Actual	Propuesto		Actual	Propuesto		Actual	Propuesto		Teórico		Simulado	
		Escenario de mejora 1	Escenario de mejora 2		Escenario de mejora 1	Escenario de mejora 2		Escenario de mejora 1	Escenario de mejora 2	Escenario de mejora 1	Escenario de mejora 2		
Recepción	1.419,82	1.403,08	140,31	1.417,80	1.418,76	141,65	0,14	1,12	0,95	16,74	1.279,51	-	1.276,15
Almacenamiento	2.009,02	1.693,79	423,45	2.007,88	1.708,31	454,67	0,07	0,85	7,37	315,23	1.585,57	299,57	1.552,64
Despacho	1.113,59	978,00	978,00	1.128,36	1.055,60	992,47	1,33	7,87	1,48	135,59	135,59	72,76	135,89

DIAGRAMA DE BARRAS



En base a la Tabla 56 se puede observar que el escenario de mejora que presenta una mayor reducción en las distancias recorridas considera es el escenario de mejora 2, ya que, para el proceso de recepción solo se emplean 141,65 metros con un error estimado del 0,95%, para el proceso de almacenamiento una distancia de 454,67 metros con un error de 7,37% y para el proceso de despacho se emplean 992,47 metros con un error del 1,48%.

Tiempo de permanencia

Se analiza el tiempo promedio que le toma al operario realizar una actividad, en la Tabla 57 se muestran los tiempos de permanencia de cada proceso.

Tabla 57. Resultados de la simulación – tiempos de permanencia

CALZADO GAMO'S			
STAYTIME			
Escenarios	Actual (segundos)	Escenario de mejora 1 (segundos)	Escenario de mejora 2 (segundos)
Procesos			
Recepción	4,16	4,56	5,20
Almacenamiento	18,72	15,03	13,84
Despacho	16,51	15,89	14,94

Los resultados del tiempo de permanencia obtenidos reflejan que el escenario que menor promedio presenta es el escenario de mejora 2, a comparación de la situación actual y el escenario de mejora 1, su diferencia no es significativa, sin embargo, se debe considerar aquella que representa menor tiempo en la ejecución de los procesos.

Tiempo de simulación por procesos

Esta determinado por el tiempo que le toma a la simulación ejecutar los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materiales para la distribución actual y los escenarios de mejora con un número de unidades establecidas, en la Tabla 58 se muestran los resultados relacionados con el tiempo de simulación

Tabla 58. Resultados de la simulación – tiempo de simulación

CALZADO GAMO'S			
TIEMPO DE SIMULACIÓN			
Escenarios Procesos	Actual (segundos/ operación)	Escenario de mejora 1 (segundos/ operación)	Escenario de mejora 2 (segundos/ operación)
Recepción	934,20	895,80	135,20
Almacenamiento	1.642,16	1.072,17	290,84
Despacho	604,31	568,17	537,33

Para receptor 100 unidades la distribución actual emplea un tiempo de simulación de 934,20 segundos y el escenario de mejora 1 emplea 895,80 segundos presentando una mejoría del 4,11%, para el proceso de almacenamiento se conserva el mismo número de unidades, la distribución actual emplea un tiempo de simulación de 1.642,16 segundos y el escenario de mejora 1 emplea 1.072,17 segundos presentando una mejoría del 34,71% finalmente, la distribución actual para el proceso de despacho de 18 unidades emplea un tiempo de simulación de 604,31 segundos y el escenario de mejora 1 emplea 568,17 segundos presentando una mejoría del 5,98%.

De igual forma, para el proceso de recepción de 100 unidades la distribución actual emplea un tiempo de simulación de 934,20 segundos y el escenario de mejora 2 emplea 135,20 segundos presentando una mejoría del 85,53%, para el proceso de almacenamiento se conserva el mismo número de unidades, la distribución actual emplea un tiempo de simulación de 1.642,16 segundos y el escenario de mejora 2 emplea 290,84 segundos presentando una mejoría del 82,29% finalmente, la distribución actual para el proceso de despacho de 18 unidades emplea un tiempo de simulación de 604,31 segundos y el escenario de mejora 2 emplea 537,33 segundos presentando una mejoría del 11,08%.

Los resultados del tiempo de simulación obtenidos reflejan que el escenario que menor promedio presenta es el escenario de mejora 2, a comparación de la situación actual y el escenario de mejora 1.

En la Tabla 59 puede apreciar los porcentajes para los escenarios de mejora en base al tiempo de simulación.

Tabla 59. Resultados porcentuales del tiempo de simulación

CALZADO GAMO'S		
TIEMPO DE SIMULACIÓN		
Escenarios	Escenario de mejora 1	Escenario de mejora 2
Procesos	(%)	(%)
Recepción	4,11	85,53
Almacenamiento	34,71	82,29
Despacho	5,98	11,08

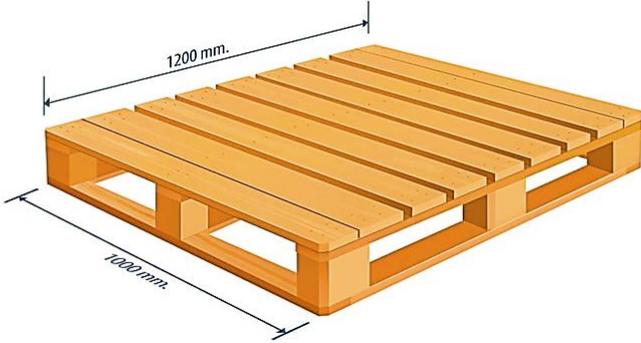
3.1.16 Selección de materiales, equipamiento y sistemas de almacenamiento para la distribución de instalaciones propuesta

La selección de los elementos que forman parte del sistema de almacenamiento son muy importantes, pues complementan la redistribución de instalaciones y permiten que todas las mejoras se lleven se puedan efectuar, a continuación se muestran los materiales, equipos y el sistemas estructural de almacenamiento para la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamo's.

Uso de la mejor unidad de carga

La unidad de carga a utilizar es el pallet, pues la mayoría de la materia prima que la empresa adquiere es importada, por lo tanto, las unidades de carga vienen incluidas en el paletizado, por tal motivo, la empresa no tiene que efectuar una inversión en este caso, solo utilizar los pallets disponibles, en la Tabla 60 se muestran las especificaciones de la unidad de carga.

Tabla 60. Uso de la mejor unidad de carga - pallets

CALZADO GAMO'S	
UNIDAD DE CARGA	
	
Parámetros	Característica
Tipo de material	Madera
Ancho	1 metro
Longitud	1,20 metros
Altura	0,15 metros
Peso máximo por pallet	600 kg

La unidad de carga permitirá transportar entre 10 y 15 paquetes de forma conjunta, todo dependerá del tamaño de los paquetes, el peso y la ubicación seleccionada para el almacenamiento.

Sistema estructural de almacenamiento

Para la implementación del sistema estructural de almacenamiento en la bodega de materias primas, se considera oportuno la utilización e implementación de racks selectivos, esto gracias a su versatilidad, maniobrabilidad, ajuste y utilidad.

Rack Selectivo

Los racks selectivos disponen de un sistema ajustable que permite regular la altura de los niveles en función de las dimensiones y requerimientos de la unidad de carga y las dimensiones de la instalación, este tipo de estructura permite soportar diferentes cargas, pesos y volúmenes.

Las estructuras permiten un acceso rápido a todas las unidades de carga y sku's, facilitan el control de las existencias, no necesitan movimientos adicionales ni reubicación de paquetes para acceder a los lugares requeridos y es adaptable en función de las necesidades de almacenaje, los componentes y características físicas estructurales se muestran en el Anexo 10.

Características longitudinales rack selectivo

En la Tabla 61 se muestra las especificaciones del rack selectivo a emplear, además, en la Figura 79 se muestra las dimensiones de forma ilustrativa en basa a las características longitudinales del rack seleccionado, evidenciándose como es almacenamiento de las materias primas mediante la utilización de la mejor unidad de carga.

Número de racks a emplear

Para la bodega 1, se estiman emplear 29 racks selectivos, 20 racks destinados netamente al almacenamiento de paquetes y los 9 restantes para el almacenamiento de rollos de telas, con lo que respecta a la bodega 2, se deben emplear 25 racks selectivos 21 destinados al almacenamiento al almacenamiento de paquetes, 2 al almacenamiento de telas, 1 al almacenamiento de material dieléctrico y 1 al almacenamiento de cajas para empaques, dando como resultado 54 racks selectivos a emplear para toda la locación.

Tabla 61. Sistema estructural de almacenamiento - racks selectivos

<p>CALZADO GAMO'S</p>	
<p align="center">SISTEMA ESTRUCTURAL DE ALMACENAMIENTO</p>	
	
<p align="center">Parámetros</p>	<p align="center">Característica</p>
<p>Tipo de material</p>	<p>Metálico</p>
<p>Altura total</p>	<p>4,50 metros</p>
<p>Niveles</p>	<p>3 niveles + piso</p>
<p>Altura entre niveles</p>	<p>1,10 metros</p>
<p>Ancho</p>	<p>1,50 metros</p>
<p>Longitud total</p>	<p>3,30 metros</p>
<p>Secciones horizontales</p>	<p>3 divisiones</p>
<p>Longitud entre divisiones</p>	<p>1,10 metros</p>
<p>Carga por nivel</p>	<p>1.800 kg</p>
<p>Precio individual por rack</p>	<p>762,08 \$</p>

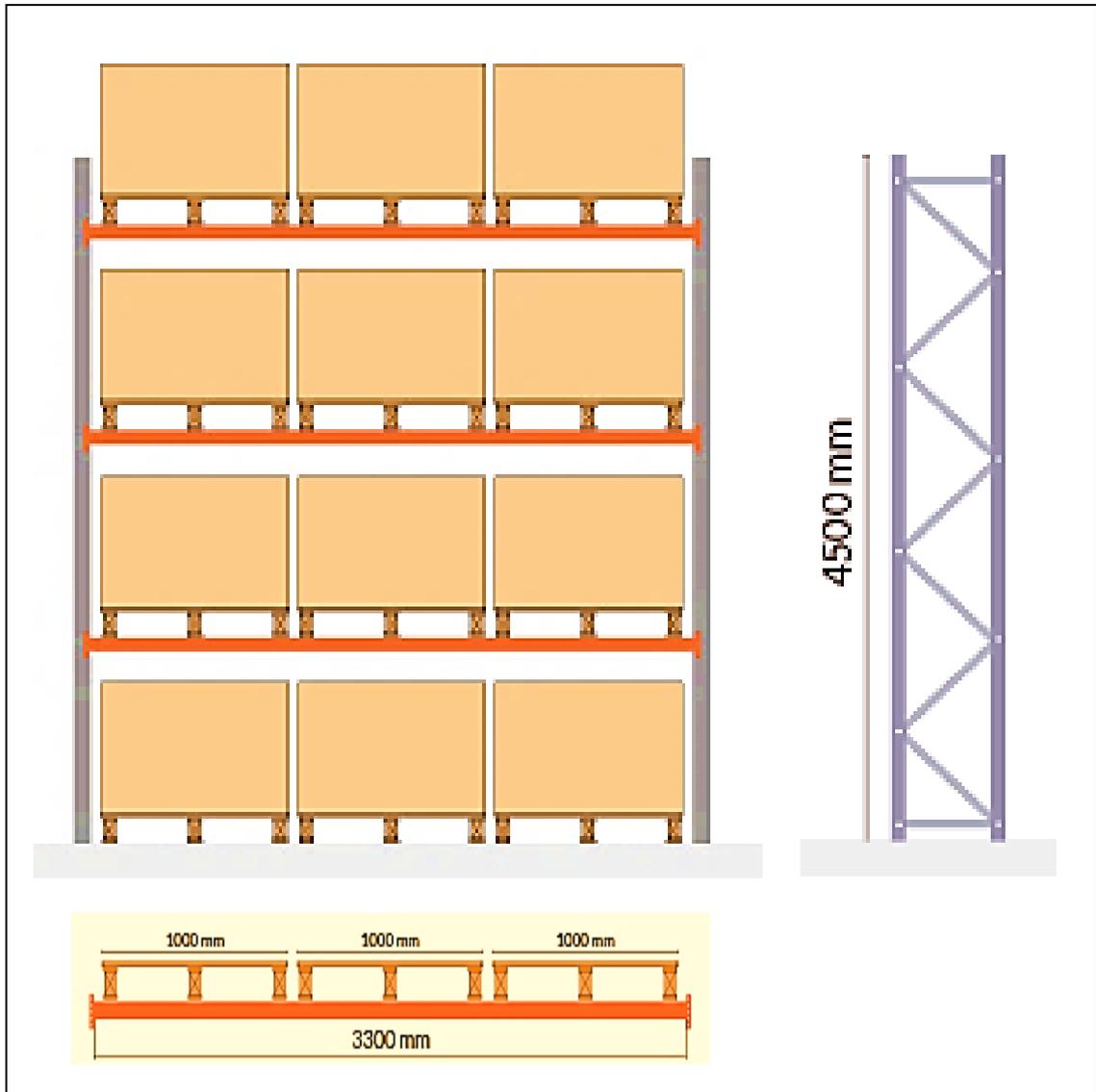


Figura 79. Características longitudinales del rack selectivo.

Capacidad de almacenaje

La capacidad del sistema estructural almacenamiento para la bodega de materias primas de la empresa es de 648 pallets, es decir, si los pallets están compuestos por una cantidad mínima 10 unidades se almacenan alrededor de 6.480 unidades, sin embargo, la unidad de carga y el sistema de almacenamiento están diseñados para albergar más paquetes, haciendo que la capacidad de almacenamiento incremente.

Sistemas de manipulación de materiales

En base a los parámetros de altura y unidad de carga mencionados anteriormente, es importante contar con un medio de manipulación que ayude a complementar el sistema de almacenamiento de forma volumétrica, optimizando los procesos dentro de la locación, por ello se considera la implementación de un montacargas.

En la Tabla 62 se detallan las especificaciones técnicas necesarias del sistema de manipulación y transporte de materiales.

Tabla 62. Sistemas de manipulación de materiales - montacargas

CALZADO GAMO'S	
SISTEMAS DE MANIPULACIÓN DE MATERIALES	
	
Parámetros	Característica
Modelo	Kion Baoli CP D25
Motor	Mitsubishi
Capacidad de carga	1.500 kg
Altura de elevación del mástil con peso	4,70 metros
Dimensiones	2,03*1,07*2,07 metros
Longitud de la horquilla	1,07 metros
Radio mínimo de giro	2,24 metros
Velocidad de levante	4,70/4,90 m/s
Centro de carga	5,00 metros
Ancho de pasillo	4,18 metros
Precio individual	16.220 \$

3.1.17 Costos de implementación de la propuesta

Radican en la cotización de las estructuras físicas para fortalecer el sistema de almacenamiento, la adquisición de maquinaria para la manipulación y transporte de cargas y la señalética vertical, los costos se detallan en la Tabla 63 a continuación.

Tabla 63. Costos de implementación de la propuesta

CALZADO GAMO'S			
COTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
Elemento	Cantidad (unidades)	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Rack Selectivo Metálico	54	762,08	43.438,56
<ul style="list-style-type: none"> - Puntales - Largueros - Diagonales y horizontales - Pie metálico - Placa de nivelación - Pasador de seguridad - S20 - M8X50 - M12X110 - Tableros metálicos 			
Señalética horizontal	1	100,00	100,00
<ul style="list-style-type: none"> - Pinturas - Mano de obra 			
Montacargas	1	16.220,00	16.220,00
TOTAL			59.758,56

El costo total de la inversión para la implementación del nuevo sistema estructural de almacenamiento, la maquinaria para el transporte y manipulación de materias y la señalética horizontal es de 59.758,56 dólares.

Análisis costos por manejo de materiales - distribución actual vs distribución propuesta

El costo de manejo de materiales es aquel empleado por los operadores para mover o transportar un cierto material de un lugar a otro.

Costo por minuto

Está relacionado con los costos de mano de obra e instalaciones y la disponibilidad de tiempo para desarrollar las actividades, el costo por minuto se calcula aplicando la Ecuación 4.

$$\text{Costo por minuto} = \frac{\text{Costos de operación \$}}{\text{Tiempo laborable (minutos)}} \quad (4)$$

Donde:

Costos de operación: Costos de mano de obra e instalaciones.

Tiempo laborable: Tiempo disponible de trabajo al mes.

Desarrollo del cálculo del costo por minuto

Sueldo base: \$800

XIII: \$66,67

XIV: \$35,41

Vacaciones: \$33,33

Aporte al IESS: \$89,20

Jefe de operaciones logísticas: \$991,28

Sueldo base: \$500

XIII: \$41,67

XIV: \$41,67

Vacaciones: \$20,83

Aporte al IESS: \$55,75

Operarios logísticos: \$639,09

Costo por arriendo de instalaciones: \$2.000

Tiempo disponible

- 20 días al mes
- 480 minutos al día

$$\text{Costo por minuto} = \frac{(991,28 + 639,09 + 639,09) + (2.000) \$/mes}{20 \text{ dias al mes} * 480 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo por minuto} = 0,45 \text{ \$/minuto}$$

Costo por movimientos

Está relacionado con el costo por minuto y los tiempos utilizados para trasportarse o movilizarse, se calcula aplicando la Ecuación 5.

$$\text{Costo por movimiento} = C_m * (\text{Met}) \quad (5)$$

Donde:

Costos por minutos: Representa el valor costo por minuto (\$/minuto).

Met: Tiempo empleado para efectuar las operaciones de transporte.

$$\text{Costo por movimiento} = 0,45 \text{ \$/minuto} * (111 + 177 + 161) \text{ minuto}$$

$$\text{Costo por movimiento} = 202,05 \$$$

Costo por metro

Relacionado con las distancias recorridas en función del costo por movimiento, el costo por metro se calcula aplicando la Ecuación 6.

$$\text{Costo por metro} = \frac{\text{Costo por movilización}}{\text{Distancia Total Recorrida}} \quad (6)$$

Donde:

Costo por movilización: Proviene del valor obtenido en la Ecuación 5.

Distancia Total Recorrida: Se calcula mediante la suma de las distancias totales de los procesos logísticos.

$$\text{Costo por metro} = \frac{202,05 \$}{(1.419,82 + 2.009,02 + 1.113,59) \text{ metros}}$$

$$\text{Costo por metro} = \frac{202,05 \$}{4.542,43 \text{ metros}}$$

$$\text{Costo por metro} = 0,045 \text{ \$/metro}$$

En función a los parámetros y cálculos desarrollados, en la Tabla 64 se muestra el costo por el manejo de materiales para los procesos logísticos internos, el cálculo se realiza para la distribución actual y propuesta.

Tabla 64. Análisis de los resultados – Comparación del costo por manejo de materiales

CALZADO GAMO'S						
COSTO POR MANEJO DE MATERIALES						
PROCESO	ACTUAL			PROPUESTA		
	Distancia recorrida (metros)	Costo x metro (\$*metro)	Total (\$)	Distancia recorrida (metros)	Costo x metro (\$*metro)	Total (\$)
Recepción	1.419,82	0,045	63,89	140,31	0,045	6,31
Almacenamiento	2.009,02	0,045	90,41	423,45	0,045	19,06
Despacho	1.113,59	0,045	50,11	978,00	0,045	44,01

El análisis de los costos por manejo de materiales se determina en relación a la planificación de la producción a corto plazo y en base a los modelos especificados dentro de la categoría A de la categorización ABC de productos, determinando la frecuencia estimada de ejecución de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho al mes, en la Tabla 65 se detallan los costos mensuales por manejo de materiales.

Si bien es cierto la demanda no es constante, lo que se busca con la propuesta es que a partir de los $0,045 \text{ \$/metro}$, el costo mensual y anual disminuya en función a la nueva ubicación de los productos a partir de la redistribución de instalaciones.

El análisis de los costos se realiza en función a las distancias que normalmente recorren los operarios, es decir, es la distancia mínima que se puede recorrer, cabe mencionar que, los beneficios son a largo plazo y en caso que los operarios recorran más distancias es porque existe un mayor número de demanda y por ende los ingresos económicos para la empresa aumentarían.

Tabla 65. Costo mensual por manejo de materiales

CALZADO GAMO'S						
COSTO MENSUAL POR MANEJO DE MATERIALES						
PROCESO	ACTUAL			PROPUESTA		
	Costo (\$)	Frecuencia estimada al mes (veces/mes)	Costo al mes (\$/año)	Costo (\$)	Frecuencia estimada al mes (veces/mes)	Costo al mes (\$/año)
Recepción	63,89	4	255,56	6,31	4	25,14
Almacenamiento	90,41	20	1.808,20	19,06	20	381,20
Despacho	50,11	20	1.002,20	44,01	20	880,20
TOTAL			3.065,96			1.286,64

El costo mensual para la distribución de instalaciones actual es de 3.065,96 dólares, por otra parte, el costo para la distribución de instalaciones propuesta es de 1.286,64 dólares, es decir, se reducen 1.779,32 dólares mensualmente, sin considerar recorte del personal logístico.

La inversión para la implementación del nuevo sistema estructural de almacenamiento, la maquinaria necesaria para el transporte y manipulación de las materias primas y ciertos detalles relacionados con señalética horizontal es de alrededor de 59.758,56 dólares.

Para calcular el tiempo que le tomaría a la organización cubrir los gastos de la inversión, se realiza una relación entre la inversión y el ahorro mensual, obteniendo un estimado de tiempo en meses para cubrir los gastos de las mejoras implementadas, en la Ecuación 7 se determina el tiempo estimado en años para solventar la inversión.

$$\text{Tiempo (meses)} = \frac{\text{Inversión para la implementación \$}}{\text{Ahorro proveniente de la implementación } \$/\text{mes}} \quad (7)$$

Donde:

Inversión para la implementación: Relacionado con todas las mejoras propuestas (racks, montacargas y señalética).

Ahorro proveniente de la implementación: Diferencia entre los costos mensuales por manejo de materiales de la distribución actual con respecto a la propuesta.

$$\text{Tiempo} = \frac{59.758,56 \$}{1.779,32 \$/mes}$$

$$\text{Tiempo} = 33,6 \text{ meses}$$

Es decir, la empresa puede recuperar la inversión destinada a la implementación del sistema estructural de almacenamiento, la maquinaria para la manipulación y transporte de las cargas y la señalética horizontal en 33,6 meses.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La aplicación de la metodología IPISI permitió realizar el diagnóstico de las condiciones actuales de las bodegas de materia prima de la empresa de calzado Gamó's, con lo cual se pudo evidenciar una inadecuada distribución de instalaciones, carencia de equipos y materiales para la manipulación de cargas, las superficies del piso inapropiadas, inexistencia de muelles de carga y descarga, limitados espacios de maniobra, inadecuada distancia entre pasillos, falta de control en los aspectos relacionados con seguridad laboral y ocupacional, carencia de indicadores de desempeño y la falta de racks y estanterías que cubran la capacidad de almacenamiento, provocando afectaciones directas al sistema de almacenamiento.
- Mediante el análisis ABC se categorizaron los productos de mayor demanda en la empresa, identificándose 76 modelos diferentes dentro de la categoría A, siendo las familias de productos: seguridad industrial con 20 modelos, trekking con 46 modelos y zapato casual con 10 modelos, a su vez, se determinó el nivel de criticidad de las materias primas almacenadas en las instalaciones, siendo: suelas, plantillas, pegantes y telas, aquellos que presentan mayor importancia pues su inexistencia representará restricciones en la producción y retrasos en los tiempos de entrega.
- Con la aplicación de la metodología PRISMA, se obtuvo la información relevante respecto a la distribución de instalaciones, sistemas de almacenamiento, principios de almacenaje, técnicas de distribución, asignación y despacho e innovación, lo que sirvió como referencia para el rediseño de la distribución de instalaciones para la bodega de materias primas, así también, mediante la aplicación del método heurístico de asignación de ubicaciones se propuso una distribución más eficiente para cada uno de los sku's que se manejan dentro de la bodega.

- Con la redistribución de instalaciones se espera una reducción notoria en las distancias recorridas en el escenario de mejora 2, en este sentido, la distancia recorrida para el proceso de recepción disminuye en 1.276,15 metros, la distancia recorrida para el proceso de almacenamiento disminuye en 1.552,64 metros y la distancia recorrida para el proceso de despacho disminuye en 135,59 metros, gracias a la reducción del número de trasportes para cada proceso siendo el escenario que presenta mejores beneficios.
- Mediante la simulación de procesos se validaron los datos obtenidos para la distribución de instalaciones actual y propuesta para los dos escenarios de mejora, los errores estimados para las distancias recorridas teóricas en función a los valores generados por la simulación no presentan una mayor variabilidad, para la distribución de instalaciones actual de los procesos de recepción, almacenamiento y despacho se presentó un porcentaje de error del 0,14%, 0,07% y 1,33% respectivamente, para el escenario de mejora 1 mediante la redistribución de instalaciones los errores estimados son del 1,12%, 0,84% y 7,87% en relación a los procesos descritos, y para el escenario de mejora 2 los errores estimados son 0,95%, 7,37% y 1,48% por lo tanto, los valores calculados teóricamente y los valores provenientes de la simulación presentan una gran similitud.

4.2 Recomendaciones

- Destinar un espacio adecuado de pasillos para el tránsito tanto del personal como de los equipos empleados para los movimientos y transportes internos, esta distancia debe ser mínima 800 mm según establecido en el Decreto Ejecutivo 2393.
- Realizar un control periódico de los extintores portátiles contra incendios mediante según NFPA y el programa de seguridad y salud ocupacional interno.
- Desarrollar un estudio para la implementación adecuada de la señalética horizontal y vertical conforme a los requerimientos de la instalación.
- Llevar a cabo un control periódico de los productos químicos almacenados y capacitar al personal para la adecuada actuación frente a situaciones de riesgos generados por motivo del uso de productos químicos.

- Capacitar al personal sobre el riesgo por manipulación manual de cargas mediante programas de prevención ergonómico.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] Comité Europeo de las Regiones, “Las materias primas fundamentales y su importancia para el futuro de Europa,” Mar. 10, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://cor.europa.eu/es/news/Pages/critical-raw-materials-role-future-of-europe.aspx> [Accedido: Ene. 19, 2022].
- [2] Unión Europea, “UE: Capacidad de almacenamiento y distribución de cereales, proteaginosas y oleaginosas,” Mar. 14, 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.3tres3.com/ultima-hora/ue-capacidad-de-almacenamiento-y-distribucion-de-cereales-proteagino_39215/ [Accedido: Ene. 19, 2022].
- [3] D. López, “La industria europea, en alerta por la escasez de suministros,” Oct. 02, 2021. [En línea]. Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/10/01/economia/1633111466_189321.html [Accedido: Ene. 19, 2022].
- [4] J. C. Bermúdez Cano, “Importancia de la gestión de almacenes en las empresas: Revisión de la literatura,” Universidad Privada del Norte, Lima, 2018.
- [3] D. López, “La industria europea, en alerta por la escasez de suministros,” Oct. 02, 2021. [En línea]. Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/10/01/economia/1633111466_189321.html [Accedido: Ene. 19, 2022].
- [5] L. D. Matallana Castellanos, “Retos empresariales tras el Coronavirus COVID 19,” Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2020.
- [6] J. J. Torres Ortiz, “Propuesta de mejora del sistema de almacenamiento y distribución interna de las bodegas de una empresa dedica a la venta al por mayor de productos plásticos,” Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2018.
- [7] F. Lozada, “Diseño de un sistema de gestión de almacenamiento y distribución en una compañía comercial ferretera,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.

- [8] M. Soto, “Gestión de inventarios para optimizar recursos en empresas de productos cárnicos,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [9] D. Calero, J. Gamboa, and M. Mancheno, “Organización logística, diagnóstico competitivo en almacenes comerciales de la zona 3 del Ecuador,” *fipcaec*, vol. 5, no. 17, pp. 158–181, Mar. 2020. doi: 10.23857/fipcaec.v5i5.190.
- [10] D. M. Rospigliosi Iparraguire, “Rediseño de almacén y su impacto en la gestión de almacenamiento de una empresa minera,” Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, 2019.
- [11] E. Canchari and E. Salazar, “Aplicación de la gestión de almacenes para mejorar el nivel de servicio en el almacén de suministros de la empresa Metalmecánica, Ate,” Universidad César Vallejo, Lima, 2020.
- [12] A. Montero, W. Símpalo, and E. Gutiérrez, “Rediseño de distribución en el área de almacén para disminuir el tiempo de manejo de inventarios en la empresa Vitale Dex,” *INGnosis*, vol. 3, no. 2, pp. 291–308, Dic. 2017.
- [13] L. Contreras, “Modelos de gestión de inventarios en la industria textil para la reducción de costos de almacenamiento,” Universidad Tecnológica de Perú, Lima, 2020.
- [14] M. Castillo Santa Elena, V. I. Antúnez Saiz, and E. Martínez Delgado, “Mejora del proceso de almacenamiento y distribución de productos comerciales basada en gestión de riesgos en una organización biofarmacéutica cubana,” *SciELO*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, Ene. 2017.
- [15] G. González, K. Farfán, and R. Fuentes, “Desarrollo de un sistema de gestión de almacenamiento para empresa productoras de vino,” *Revista De Ingeniería, Matemáticas Y Ciencias De La Información*, vol. 6, no. 11, pp. 45–71, Oct. 2019. doi: 10.21017/rimci.2019.v6.n11.a56.
- [16] Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393. Quito, 1998.
- [17] L. A. Mora García, *Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*, Segunda. Bogotá: ECOE Ediciones, 2016.

- [18] A. Castellanos Ramírez, *Logística comercial internacional*, Segunda. Bogotá: ECOE Ediciones, 2021.
- [19] A. Campo Varela, A. M. Hervás Exojo, and M. T. Revilla Rivas, *Técnicas de Almacén*, Primera. Madrid: McGraw-Hill, 2013.
- [20] M. J. Escudero Serrano, *Técnicas de Almacén*, Primera. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA, 2015.
- [21] M. J. Escudero Serrano, *Logística de Almacenamiento*, Segunda. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA, 2019.
- [22] S. Flamarique, *Manual de Gestión de Almacenes*, Primera. Barcelona: Marge Books, 2019.
- [23] S. Flamarique, *Gestión de Existencias en el Almacén*, Primera. Barcelona: Marge Books, 2019.
- [24] E. Barleta, G. Pérez, and R. Sánchez, “La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0,” *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, no. 7, 2020.
- [25] E. A. Garavito Hernández, “Sistemas de almacenamiento,” Universidad Industrias de Santander - Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Bucaramanga, 2014. Accessed: May 25, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://israelarroyos.files.wordpress.com/2014/05/sistemas-de-almacenamiento.pdf> [Accedido: May 25, 2022].
- [26] M. Á. Ladrón Jiménez and C. Arenal Laza, “Equipos de mantenimiento del almacén,” en *Operaciones auxiliares de almacenaje. MF1325*, Logroño (La Rioja): Tutor Formación, 2020, pp. 88–96.
- [27] R. Macías Acosta, A. León Reséndiz, and C. L. Limón Lozano, “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana,” *Revista Academia & Negocios*, vol. 4, no. 2, pp. 83–94, Nov. 2019.
- [28] M. Naranjo Piguave and R. Fiallos Narváez, “Distribución de las instalaciones en una fábrica y su efecto en la producción,” Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, 2018.

- [29] J. A. Platas García and M. I. Cervantes Valencia, *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*, Primera. México, DF: G. Editorial Patria, 2017.
- [30] CEEI CV, *Distribución en Planta*, Primera. Valencia: Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia, 2008.
- [31] J. A. Valencia Granados, “Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución,” *Realidad y Reflexión*, vol. 49, no. 49, pp. 93–105, Jul. 2019, doi: 10.5377/ryr.v49i49.8067.
- [32] F. Molins and M. Á. Serrano, “The neural bases of loss aversion in economic contexts: A systematic review according to the PRISMA guidelines,” *Revista de Neurología*, vol. 68, no. 2, pp. 47–58, Ene. 2019, doi: 10.33588/rn.6802.2018276.
- [33] M. J. Page *et al.*, “The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews,” *The BMJ*, vol. 372, Mar. 2021, doi: 10.1136/BMJ.N71.
- [34] J. J. Bartholdi and S. T. Hackman, *Warehouse & Distribution Science*, Primera. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2019.
- [35] B. Niebel and A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Duodécima. McGraw-Hill. México, D. F., 2009.
- [36] L. C. Palacios Acero, “Medida del trabajo,” in *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*, Segunda. Bogotá: ECOE Ediciones, 2016, pp. 294–323.
- [37] C. M. Jananía Abraham, *Ingeniería de Métodos: Manual de tiempos y movimientos.*, Limusa, S. A. México, D.F., 2008.
- [38] M. A. Díaz Martínez, R. Zárate Cruz, and R. V. Román Salinas, “Simulación FlexSim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba,” *Redalyc*, vol. 22, no. 2, pp. 97–104, Abr. 2018.
- [39] INSSBT, “*NTP - 1112: Seguridad en el almacenamiento de materiales mediante paletizado y apilado sobre el suelo*,” 2018. [En línea]. Disponible en:

<https://www.insst.es/documents/94886/382595/ntp-1112w.pdf/1a3cadf2-98c9-44ad-8ade-008f7d2b25ce> [Accedido: May. 29, 2022]

- [40] M. C. Parra, M. A. Crespo, “Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos,” 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com> [Accedido: May. 30, 2022]
- [41] R. Jaramillo and M. Matailo, “Modelo de jerarquización de equipos en función de su criticidad aplicado a un sistema tranviario,” Universidad del Azuay, Cuenca, 2016.
- [42] M. Amorim Lopes, L. Guimarães, J. Alves, and B. Almada Lobo, “Improving picking performance at a large retailer warehouse by combining probabilistic simulation, optimization, and discrete-event simulation,” *International Transactions in Operational Research*, vol. 28, no. 2, pp. 687–715, Mar. 2021, doi: 10.1111/ITOR.12852.
- [43] J. G. Arrieta Posada, “Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS),” *Scielo*, vol. 16, no. 30, Ene. 2011.
- [44] J. Saderova, L. Poplawski, M. Balog, S. Michalkova, and M. Cvoliga, “Layout Desing Opcions for Warehouse Management,” *Polish Journal of Management Studies*, vol. 22, no. 2, pp. 443–455, Dic. 2020, doi: 10.17512/PJMS.2020.22.2.29.
- [45] Z. Chen, X. Li, and J. N. D. Gupta, “A bi-directional flow-rack automated storage and retrieval system for unit-load warehouses,” *Taylor & Francis*, vol. 53, no. 14, pp. 4176–4188, Jul. 2014, doi: 10.1080/00207543.2014.980459.
- [46] D. Yang, Y. Wu, and W. Ma, “Optimization of storage location assignment in automated warehouse,” *Microprocessors and Microsystems*, vol. 80, p. 103356, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.MICPRO.2020.103356
- [47] J. Leng *et al.*, “Digital twin-driven joint optimisation of packing and storage assignment in large-scale automated high-rise warehouse product-service

- system,” *Taylor & Francis*, vol. 34, no. 7–8, pp. 783–800, Sep. 2019, doi: 10.1080/0951192X.2019.1667032.
- [48] J. Luis, C. Tunubala, J. Pablo, O. Cabrera, and C. A. Rojas Trejos, “Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados,” *Scielo*, vol. 15, no. 30, pp. 195–208, Dic. 2018, doi: 10.24050/REIA.V15I30.1066.
- [49] J. Saderova, A. Rosova, M. Sofranko, and P. Kacmary, “Example of warehouse system design based on the principle of logistics,” *Web of Science*, vol. 13, no. 8, Abr. 2021, doi: 10.3390/SU13084492.
- [50] D. M. H. Chiang, C. P. Lin, and M. C. Chen, “The adaptive approach for storage assignment by mining data of warehouse management system for distribution centres,” *Enterprise Information Systems*, vol. 5, no. 2, pp. 219–234, Ene. 2011, doi: 10.1080/17517575.2010.537784.
- [51] S. Henn and V. Schmid, “Metaheuristics for order batching and sequencing in manual order picking systems,” *Computers and Industrial Engineering*, vol. 66, no. 2, pp. 338–351, Oct. 2013, doi: 10.1016/J.CIE.2013.07.003.
- [52] S. Henn and G. Wäscher, “Tabu search heuristics for the order batching problem in manual order picking systems,” *European Journal of Operational Research*, vol. 222, no. 3, pp. 484–494, Nov. 2012, doi: 10.1016/J.EJOR.2012.05.049.
- [53] M. Zoubek, P. Poór, T. Broum, and M. Šimon, “Methodology proposal for storage rationalization by Implementing Principles of Industry 4.0. In a technology-driven warehouse,” *Transactions of Famena*, vol. 44, no. 4, pp. 75–98, Feb. 2021, doi: 10.21278/TOF.444016220.
- [54] M. Mirzaei, N. Zaerpour, and R. B. M. de Koster, “How to benefit from order data: correlated dispersed storage assignment in robotic warehouses,” *Taylor & Francis*, vol. 60, no. 2, pp. 549–568, Sep. 2021, doi: 10.1080/00207543.2021.1971787.

- [55] X. Li, X. Yang, C. Zhang, and M. Qi, “A simulation study on the robotic mobile fulfillment system in high-density storage warehouses,” *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 112, p. 102366, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.SIMPAT.2021.102366.
- [56] Z.-M. Zadorozhnyi, V. Muravskiy, N. Pochynok, and A. Hrytsyshyn, “Innovation Management and Automated Accounting in the Chaotic Storage Logistics,” *Marketing and Management of Innovations*, vol. 2, no. 23, pp. 313–323, Mar. 2020, doi: 10.21272/MMI.2020.2-23.
- [57] Brady, “Guía de Colores para Marcaje de Piso,” 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.bradylatinamerica.com/es-mx/products/cintas-y-etiquetas/gu%C3%ADa-de-colores-para-marcaje-de-piso> [Accedido: Jun. 25, 2022].
- [58] MaxiSeguridad, “NFPA 10 - Norma para Extintores Portátiles contra Incendios,” 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.maxiseguridad.com.ar/detalle-noticias-maxiseguridad/285/NFPA%2010-Extintores-Portatiles-Contra-Incendios> [Accedido: Jun. 26, 2022].

Anexos

Anexo 1: Tabla de Niebel para determinar los suplementos

Suplementos Constantes	H	M	Suplementos variables	H	M
Por necesidades personales	5	7	<i>Mala iluminación</i>		
Por fatiga	4	4	⇒ Ligeramente por debajo	0.0	0.0
Suplementos variables			⇒ Bastante por debajo	2.0	2.0
Por trabajar de pie	2	4	⇒ Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
<i>Por postura normal</i>			<i>Concentración Intensa</i>		
⇒ Ligeramente incomodo	0	1	⇒ Trabajo de cierta presión	0.0	0.0
⇒ Inclinado	2	3	⇒ Fatigoso	2.0	2.0
⇒ Echado estirado	7	7	⇒ Muy Fatigoso	5.0	5.0
<i>Uso de energía o fuerza Muscular kg.</i>			<i>Ruidos</i>		
2.50	0	1	⇒ Continuo	0.0	0.0
5.00	1	2	⇒ Intermitente y fuerte	1.0	1.0
7.50	2	3	⇒ Intermitente y muy fuerte	2.0	2.0
10.00	3	5	⇒ Estridente y fuerte	5.0	5.0
12.50	4	5	<i>Tensión Mental</i>		
15.00	5	8			
17.50	7	10	⇒ Proceso bastante complejo	1.0	1.0
20.00	9	13	⇒ Proceso complejo	4.0	4.0
22.50	11	16	⇒ Muy complejo	8.0	8.0
25.00	13	20	<i>Monotonía</i>		
30.00	17		⇒ Algo monótono	0.0	0.0
35.50	22		⇒ Bastante monótono	1.0	1.0
<i>Condiciones atmosféricas mil calorías/ cm³/s</i>			⇒ Muy monótono	4.0	4.0
16.00	0	0	<i>Tedio</i>		
14.00	0	0	⇒ Algo aburrido	0.0	0.0
12.00	0	0	⇒ Aburrido	2.0	1.0
10.00	0.3	0.3	⇒ Muy aburrido	5.0	2.0
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Anexo 2: Tabla de la valoración del ritmo de trabajo

Escalas				Descripción del Desempeño	Velocidad de Marcha Comparable ¹ (Km/h)
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100 Norma Británica		
0	0	0	0	Actividad Nula	
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3.2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo a grde mientras lo observan	4.5
80	100	133	100 Ritmo tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6.4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio	8
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	9.6

Anexo 3: Formato de la lista de chequeo metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Ingeniería Industrial	
La lista de chequeo está diseñada en función de los parámetros analizados en la metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución, dicha lista se realiza en las instalaciones de almacenamiento en la empresa de calzado "GAMO'S", ubicadas en la Av. Víctor Hugo y la calle Las tres Carabelas.	
Investigador Washington Calderón Castillo – Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial	
Docente Tutor Ing. Israel Naranjo, Mg – Docente de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	

Objetivo

Solventar varias interrogantes relacionadas a las condiciones actuales de las instalaciones mediante la metodología IPISI (Infraestructura y áreas, procesos, inventarios, seguridad laboral y ocupacional e indicadores) además de identificar y analizar las posibles causas que generen problemas en el sistema de almacenamiento.

DESARROLLO

Fase 1: Análisis de infraestructura y áreas

En este punto se evalúan los parámetros relacionados con la calidad de suelo y piso, muelles de carga y descarga, layout de las instalaciones, espacios de maniobra y distancia entre pasillos.

1. Calidad de piso y suelo

¿En qué condiciones se encuentra el piso y suelo al interior de las instalaciones?

Óptimas condiciones	<input type="checkbox"/>	Condiciones medias	<input type="checkbox"/>	Malas condiciones	<input checked="" type="checkbox"/>
---------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------	-------------------------------------

Observación: Se evidencia desgaste, deterioro, grietas y aberturas, producto del poco mantenimiento, alta circulación del personal y antigüedad de las instalaciones.

2. Muelles de carga y descarga

¿Existen en las instalaciones muelles de carga y descarga?

Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------

Observación: La locación no cuenta con muelles de carga y descarga, dificultando los movimientos de embarque y desembarque.

3. Layout de las instalaciones

¿Cuenta la empresa con un layout instalaciones acorde a los requerimientos?

Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------

Observación: El layout al interior de las instalaciones no es la más efectiva, pues existe materiales que son mal almacenados de forma adecuada, no se aprovecha el espacio volumétrico de las mismas.

4. Espacios de maniobra

¿Cuenta la empresa con los espacios de maniobra para que los vehículos puedan ser posicionados de tal forma que agilicen los movimientos?

Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------

Observación: Los espacios de maniobra son limitados, los vehículos no logran posicionarse adecuadamente a las puertas de carga y descarga de las bodegas.

5. Distancia entre pasillos

¿Cuenta la empresa con la distancia entre pasillos adecuada?

Sí		No	X
----	--	----	---

Observación: La distancia entre pasillos esta por debajo de las regularizaciones nacionales, existen tramos que dificulta el transito interno, además los pasillos al interior no se encuentran correctamente definidos.

Fase 2: Procesos

En este punto se determinan los procesos que se desarrollan internamente, además de evidenciar las operaciones realizadas para dar cumplimiento a los procesos.

¿Cuáles son los procesos y las actividades que se desarrollan internamente?

Los procesos que se realizan internamente son: Recepción, almacenamiento y despacho de materias primas.

Las principales operaciones que se desarrollan para el cumplimiento de los procesos son: búsqueda, selección, manipulación, recuperación. verificación, transporte, control, preparación, embarque y desembarque

Fase 3: Inventarios

En este punto se describen los inventarios que la empresa almacena en sus instalaciones.

La empresa tiene alrededor de 8,124 productos, la mayoría de materiales son suelas, plantillas y telas, cabe mencionar que su principal embalaje son cartones, la fecha de corte al 20 de mayo del 2022.

Fase 4: Seguridad laboral y ocupacional

En este punto se analizan las condiciones de seguridad del personal logístico y de las instalaciones.

¿Cuentan los trabajadores con el equipo de protección personal adecuado?

Sí		No	X
----	--	----	---

Observación: Los trabajadores no cuentan con todo el equipo de protección personal, no cuenta con los cascos de seguridad, arnés y guantes.

¿Las alturas de los materiales almacenados sobrepasan los 1.500 milímetros?

Sí	X	No	
----	---	----	--

Observación: se observa que los materiales se encuentran apilados de forma irregular, presentado inestabilidad, la altura de las cajas con productos superan los 1.500 milímetros.

¿Presentan los racks actuales estabilidad dentro de las instalaciones?

Sí		No	X
----	--	----	---

Observación: Los racks presentan inestabilidad, se encuentran sujetos con cuerdas para que su estructura no se caiga, son de madera.			
¿Existe la presencia de materiales mal almacenados o mal posicionados?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Observación: Los cartones almacenados uno sobre otro y no presenta gran estabilidad, los cartones inferiores se encuentran destruidos y pelagra el derrumbe de toda la ruma almacenada, en algunos tramos se apilan hasta 20 cartones,			
¿Cuentan las instalaciones con señalética vertical y horizontal?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
Observación: En ciertas partes de la bodega se puede evidenciar mínimamente la señalética de tipo vertical, pero en las instalaciones en su mayoría no cuentan con la señalética, en función a la señalita horizontal no se tiene.			
¿Cuentan las instalaciones con los equipos de lucha contra incendios?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Observación: Pero no se encuentran posicionados en los lugares adecuados, además no se tiene un control de inspección.			
¿Cuentan las instalaciones con lugares específicos para el almacenamiento de productos químicos?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
Observación: Los productos químicos son almacenados en el baño de las instalaciones.			
Fase 5: Indicadores			
En este punto se analiza la existencia de indicadores de desempeño o KPI's			
¿Cuentan el personal logístico con indicadores de desempeño para los procesos logísticos internos?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
Observación: Actualmente la empresa no cuenta con indicadores de desempeño para el centro de almacenamiento.			

Anexo 4: Entrevista

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Ingeniería Industrial FORMATO DE ENTREVISTA	
Entrevista aplicada a la Ingeniero Israel Canchignia responsable del desarrollo de las operaciones logísticas en la empresa de calzado “GAMO’S”	
Tema de investigación Distribución de instalaciones para la mejora del sistema de almacenamiento en la bodega de materias primas de la empresa de calzado GAMO’S.	
Objetivo de la entrevista	
Objetivo General <ul style="list-style-type: none">• Reconocer las condiciones actuales y las actividades que se realizan dentro de la bodega de materias primas de la empresa de calzado “GAMOS’S” y las afectaciones que se pueden generar al sistema de almacenamiento.	
Objetivos Específicos <ul style="list-style-type: none">• Realizar un diagnóstico inicial de las instalaciones de la bodega de materias primas.• Determinar las actividades que se realizan y determinar los tiempos que tardan en ejecutarse cada una de ellas.• Analizar cuáles son las problemáticas que causan afectaciones al sistema de almacenamiento.	
Alcance <p>La satisfacción de los clientes internos o externos de la empresa dependen de la rapidez y calidad de los productos ofertados, las operaciones logísticas son las encargadas de asegurar el flujo de materiales desde el abastecimiento hasta la entrega de los productos terminados, el sistema de almacenamiento es de gran importancia en la logística encargándose de resguardar las materias primas almacenadas garantizando un producto de calidad para ello se debe contar con instalaciones en buenas condiciones que agilicen las operaciones internas y estén acordes al trabajo.</p> <p>Las preguntas están enfocadas en copilar información referente a las instalaciones, las actividades internas, los tiempos de ejecución y analizar las posibles causas que generen problemas en el sistema de almacenamiento por medio de una entrevista.</p>	
Investigador Washington Calderón Castillo – Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial	
Docente Tutor Ing. Israel Naranjo, Mg – Docente de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	
Guía de entrevista	
Presentación: Reciba un cordial saludo ingeniero, por medio de la siguiente entrevista se pretende solventar varias interrogantes relacionadas a las condiciones actuales de las instalaciones mediante la metodología IPISI (Infraestructura y áreas, procesos, inventarios, seguridad laboral y ocupacional e indicadores) además de identificar y analizar las posibles causas que generen problemas en el sistema de almacenamiento por medio de una entrevista.	

Encabezado	
Nombres	Israel Canchignia
Cargo/Rol	Jefe de Operaciones Logísticas – Calzado Gamó's
Actividades a cargo	Supervisión de las operaciones logísticas – Almacenamiento
Fecha de la entrevista	10 de mayo del 2022
PREGUNTAS	
<p>1. ¿Cómo considera que se encuentran las instalaciones de la bodega de almacenamiento actualmente?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del piso y suelo La calidad del piso de no acorde a las necesidades de la bodega ya que es una infraestructura antigua y completamente se necesita remodelarse. Actualmente la movilidad y operatividad interna es limitada por el mismo hecho que el piso tiene fallas, grietas, huecos, emana bastante polvo y por ende dificulta las operaciones. • Muelles de carga y descarga Actualmente la bodega no cuenta con muelles de carga y descarga lo que dificulta completamente la operatividad, sobre todo cuando se descarga contenedores y cargas de alto volumen. • El layout de las instalaciones Las instalaciones actualmente son completamente limitadas y no abastecen a la capacidad de la necesidad real de la empresa, por tal motivo se ha sugerido renovar o adquirir nuevas instalaciones con racks y los espacios distribuidos internamente. • Espacios de maniobra No se tiene un espacio de maniobra adecuado, por el hecho de no contar con muelles, espacio físico y no tener una correcta distribución de instalaciones. • Distancia entre pasillos No es adecuada ya que en algunos tramos la circulación es normal, pero en otros la movilidad es completamente limitada por no decir nula, la distancia es menor a un metro. • Seguridad laboral y ocupacional Lamentablemente la bodega no cuenta con señalética, en relación a los trabajadores existen ciertos parámetros que se cumplen como el calzado de seguridad, ajustes de cintura para hacer fuerza, pero en relación a otros ítems no se completa todos los requerimientos. • Indicadores de desempeño Actualmente no se tiene indicadores de desempeño, pero están en proceso de desarrollo, se están generando indicadores netamente logísticos de efectividad, tiempos y desperdicios. 	
<p>2. ¿Cuáles son las actividades que se realizan dentro de las instalaciones?</p> <p>Las actividades que se desarrollan dentro de las instalaciones están relacionadas con la: búsqueda, selección, manipulación, verificación, transporte, control de existencias, embarque o recepción y despacho de materias primas.</p>	
<p>3. ¿Cuál es el tiempo aproximado promedio para la realización de las actividades?</p>	

<p>El tiempo promedio en un pedido de menor volumen para bastecer a la planta de producción es de 2 horas y 30 minutos, en lo que compete a carga y descarga aún no se ha podido palpar y se espera realizar una analices a posterior.</p>
<p>4. ¿Cuáles considera usted que son las afectaciones, limitantes o problemáticas de la distribución actual de la bodega?</p> <p>La principal dificultad radica con la infraestructura, pues la actual no es la adecuada limitando completamente el desarrollo operativo diarios, se tienen tiempos largos y se tiene problemas representativos en los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de materiales, la locación no tiene mantenimientos frecuentes desembocando en exceso de polvo y grietas.</p>
<p>5. ¿Cuáles considera que son las causas que generan dichas problemáticas mencionadas en la respuesta anterior?</p> <p>Se puede decir que están relacionados con los espacios físicos de la locación, no se cuenta con un sistema de racks que permitan emplear el espacio de forma eficiente, no se tienen maquinarias que faciliten los transportes, no se presentan los muelles de carga y descarga, también se tiene un exceso de inventario en basa a comprar no programadas, fatal de planificaciones OPC, desconocimiento del personal, agotamiento físico, no existe una codificación para los materias de alta, media y baja rotación.</p>
<p>6. ¿Cómo considera que dichas problemáticas afectan al sistema de almacenamiento?</p> <p>Tiene un gran impacto ya que no se cuenta con una identificación adecuada en la bodega, el despacho se maneja por la experticia que han adquirido los trabajadores dentro de la bodega.</p>

Anexo 5: Modelos de las familias de productos categoría A

CALZADO GAMO'S				
MODELOS DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS CATEGORÍA A				
Familia de productos	Producto	Precio Unitario (\$)	Cantidad vendida (pares)	Valorización (\$)
Trabajo	BTPHTS3PA CAFÉ N.	89,00	92	8188
Trabajo	BTVPL036PP - AR	110,00	123	13530
Trabajo	BTVPL038PP - A	125,00	200	25000
Trabajo	BTVSF056PP MORO H.	120,00	180	21600
Trabajo	BTVSF056PP MUSGO H.	120,00	350	42000
Trabajo	BTVSF967PP VERDE H.	120,00	100	12000
Trabajo	SI.H.BCATEANPP-A NEGRO TONKA	65,00	135	8775
Trabajo	SI.H.BCFCPA-R CAFÉ H.	65,00	441	28665
Dieléctricos	BEDPP (AMARILLO)	75,00	300	22500
Dieléctricos	BCATECPP-A PITS ECO BROWN	122,00	550	67100
Dieléctricos	BTC366PP CAFÉ H.	89,00	102	9078
Hidrocarburos	BTAN028PP NEGRO TONKA	60,00	530	31800
Hidrocarburos	BTVSF044PP - K CAFÉ/NEGRO	129,00	340	43860

CALZADO GAMO'S



MODELOS DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS CATEGORÍA A

Familia de productos	Producto	Precio Unitario (\$)	Cantidad vendida (pares)	Valorización (\$)
Hidrocarburos	BIM200PP AMARILLO H.	117,00	80	9360
Hidrocarburos	BTXBNDPA CAFÉ H.	103,00	160	16480
D - H	BIM200PP AMARILLO H.	117,00	270	31590
D - H	BIM200PP CAFÉ H.	120,00	393	47160
D - H	BTIM059PP – R PITS TOP ASTM RED	99,00	129	12771
D - H	BTWB995PP – AKR NEGRO H.	129,00	300	38700
D - H	BTWB995PP – KR PITS TOP BRAWN	129,00	225	29025
Trekking H.	BTGT4191 MUSGO CR./MUSGO K.	79,00	35	2765
Trekking H.	BTLS4144 HENO K.	79,00	28	2212
Trekking H.	BTLS4149 NEGRO H.	90,00	145	13050
Trekking H.	BTLS4185 CAFÉ H.	78,00	105	8190
Trekking H.	BTLS4185 MUSGO H.	78,00	53	4134
Trekking H.	BTLS4185 NEGRO CR.	78,00	25	1950
Trekking H.	BTV1011 CAFÉ HIDROFUGADO	93,00	61	5673
Trekking H.	BTV409 KENIA GRIS/AZUL	103,00	59	6077
Trekking H.	BTV4131 CAFÉ H./NEGRO H.	103,00	87	8961
Trekking H.	BTV4131 NEGRO H.	103,00	99	10.197
Trekking H.	BTV4138 ACERO N./GRIS G./ROJO	96,00	42	4.032
Trekking H.	BTV4138 GRIS OBSC. N./ GRIS	96,00	63	6.048
Trekking H.	BTV4138 HENO K./MUSGO K.	96,00	57	5.472
Trekking H.	BTV850 AZUL H.	93,00	18	1.674
Trekking H.	BTV850 KENIA HENO/BEIGE.	93,00	9	837
Trekking H.	BTV850 VERDE OLIVA H./VERDE	93,00	12	1.116
Trekking H.	BTVFS4163 CAFÉ DK.	99,00	36	3.564
Trekking H.	BTVFS4163 NEGRO CR.	99,00	37	3.663
Trekking H.	BTVFS4196 HENO K./ KAKI	99,00	47	4.653
Trekking H.	BTVNS4165 CAFÉ DAKAR	103,00	105	10.815
Trekking H.	BTVNS4165 CAFÉ H.	103,00	97	9.991
Trekking H.	BTVNS4165 MORO H.	103,00	89	9.167



MODELOS DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS CATEGORÍA A

Familia de productos	Producto	Precio Unitario (\$)	Cantidad vendida (pares)	Valorización (\$)
Trekking H.	BTVNS4165 MUSGO H./VERDE	103,00	36	3.708
Trekking H.	BTVNS4165 NEGRO CR./GRIS	103,00	76	7.828
Trekking H.	BTVNS4167 CONAC K./CAFÉ	103,00	92	9.476
Trekking H.	BTVNS4167 NEGRO CR/AZUL	103,00	118	12.154
Trekking H.	BTVNS4167 NEGRO H./NEGRO	103,00	70	7.210
Trekking H.	BTVNS4167 VERDE/MUSGO	103,00	57	5.871
Trekking H.	BTZ4027 KENIA HENO	79,00	42	3.318
Trekking H.	ME542	87,00	60	5.220
Trekking H.	REBCH4214 CAMELO	73,00	57	4.161
Trekking H.	REVFS4211 GRIS CR./GRIS CR.	96,00	74	7.104
Trekking H.	REVFS4211 HENO/KAKI	96,00	16	1.536
Trekking H.	REVFS4211 NEGRO/NEGRO	96,00	33	3.168
Trekking H.	TRJ1003 GRIS/AZUL	60,00	48	2.880
Trekking H.	TRJ1003 NEGRO/GRIS/ROJO	60,00	44	2.640
Trekking H.	TRV4001 KENIA HENO	87,00	30	2.610
Trekking M.	BTMT4105 MUSGO/FUCSIA	79,00	19	1.501
Trekking M.	BTV4015 GRIS/VINO	87,00	2	174
Trekking M.	BTV4015 LAUREL/ROJO	87,00	13	1.131
Trekking M.	BTV4102 MUSGO/LILA	93,00	11	1.023
Trekking M.	BTV969 GRASO MUSGO/LILA	87,00	25	2.175
Trekking M.	BTV969 GRIS/FUXIA	87,00	12	1.044
Trekking M.	BTVPL4172 NEGRO TX.	90,00	21	1.890
Trekking M.	HV778 CAFÉ/FUXIA	87,00	17	1.479
Trekking M.	TRV4007 LAUREL/FUXIA	86,00	18	1.548
Casual	BTFW3302 CANELA N.	86,00	24	2.064
Casual	BTFW3302 NEGRO N.	86,00	65	5.590
Casual	BTHT3213 NEGRO /NEGRO	76,00	48	3.648
Casual	BTHT3221 CAFÉ MR.	76,00	78	5.928
Casual	BTHT3221 NEGRO P.	76,00	600	45.600
Casual	BTHT948 HENO/HENO	73,00	200	14.600
Casual	CA1022 NEGRO P.	73,00	900	65.700

CALZADO GAMO'S				
MODELOS DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS CATEGORÍA A				
Familia de productos	Producto	Precio Unitario (\$)	Cantidad vendida (pares)	Valorización (\$)
Casual	CA873	68,00	31	2.108
Casual	REBG1031 KENIA HENO	68,00	40	2.720
Casual	REBG1031 NEGRO R.	68,00	14	952
Total			9.300	883.182,00

Anexo 6: Distancias obtenidas de la distribución de instalaciones propuesta

CALZADO GAMO'S				
DISTANCIAS NUEVA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES				
Sección	Ubicación	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)	
A	A1	6.660	6,70	
	A2	9.495	9,50	
	A3	12.795	12,80	
	A4	19.385	19,39	
	A5	22.685	22,69	
	A6	25.985	25,99	
	A7	29.285	29,29	
	A8	32.585	32,59	
B	B1	12.795	12,80	
	B2	16.090	16,09	
	B3	19.385	19,39	
	B4	22.685	22,69	
	B5	25.985	25,99	
	B6	29.285	29,29	
	B7	32.585	32,59	
C	C1	14.784	14,78	
	C2	18.084	18,08	
	C3	21.384	21,38	
	C4	24.684	24,68	



DISTANCIAS NUEVA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Sección	Ubicación	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)
	C5	27.984	27,98
	C6	31.284	31,28
	C7	34.584	34,58
D	D1	14.784	14,78
	D2	18.084	18,08
	D3	21.384	21,38
	D4	24.684	24,68
	D5	27.984	27,98
	D6	31.284	31,28
	D7	34.584	34,58
E	E1	33.785	33,79
	E2	30.485	30,49
	E3	27.185	27,19
	E4	27.185	27,19
	E5	30.485	30,49
	E6	33.785	33,79
	E7	37.085	37,09
	E8	40.385	40,39
F	F1	27.230	27,24
	F2	27.185	27,19
	F3	30.485	30,49
	F4	33.785	33,79
	F5	37.085	37,09
	F6	40.385	40,39
G	G1	33.937	33,94
	G2	33.885	33,89
	G3	37.185	37,19
	G4	40.485	40,49
	G5	43.785	43,79
	G6	47.085	47,09
H	H1	33.894	33,89

CALZADO GAMO'S			
DISTANCIAS NUEVA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES			
Sección	Ubicación	Distancia (milímetros)	Distancia (metros)
	H2	30.590	30,59
	H3	33.885	33,89
	H4	37.185	37,19
	H5	40.485	40,49
	H6	43.785	43,79
	H7	47.085	47,09

Anexo 7: Cursograma Analítico del proceso: Recepción de materias primas propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS - PROPUESTO									
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas		Descripción	Actual					
			Operación	1					
Subproceso	Recepción de materias primas		Transporte	2					
			Espera	0					
Máquina Herramientas	Montacargas		Inspección	2					
			Almacenamiento	1					
Número de lote	100	70 Paquetes 30 Rollos de tela							
			Distancia total recorrida (m)	170,3					
Operario	Sebastian Villacís								
			Tiempo total recorrido (h:m:s)	0:47:29					
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones
									
A1 - Tomar la materia prima (caja/s) del camión	10	0	0:02:21	O					Montacargas
A2 - Moverse al punto de desembarque provisional seleccionado	10	70,15	0:06:05		O				Montacargas
A3 - Depositar la materia prima (caja)	10	10	0:04:39					O	Montacargas
A4 - Inspeccionar el contenido de las cajas individuales	10	0	0:21:36					O	
A5 - Moverse al punto de desembarque (al camión)	10	70,15	0:06:00		O				Montacargas
A6 - Controlar y verificar toda la materia prima desembarcada	1	20	0:06:48					O	
TOTAL				1	2	0	2	1	

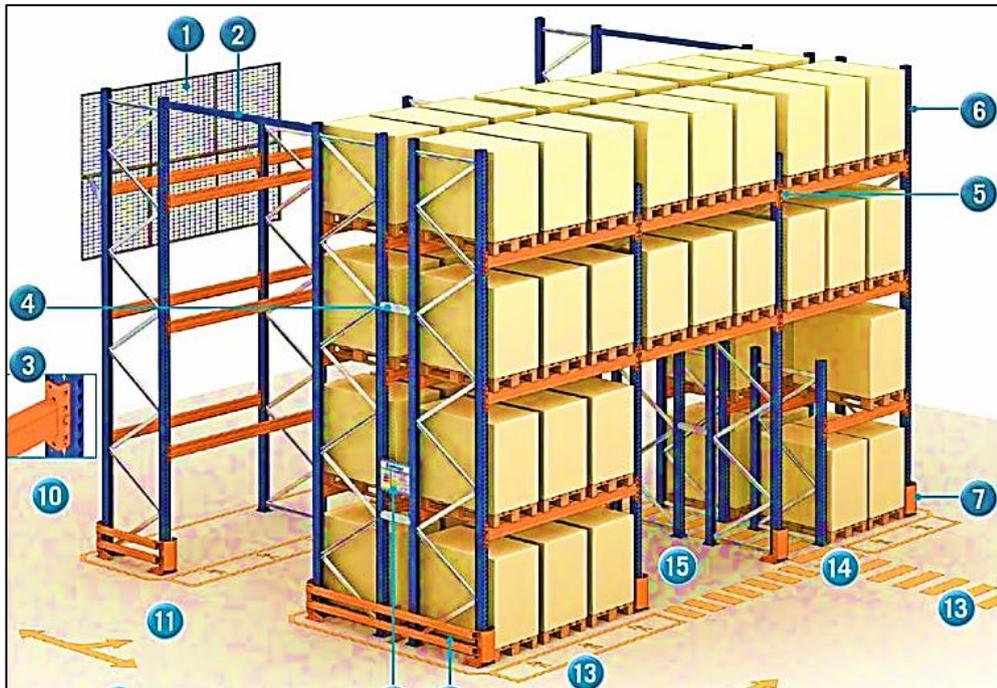
Anexo 8: Cursograma Analítico del proceso: Almacenamiento de materias primas propuesto

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS - PROPUESTO								
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Descripción		Actual				
				Operación		2				
Subproceso	Almacenamiento de materias primas			Transporte		3				
				Espera		0				
Maquina Herramientas	Montacargas			Inspección		1				
				Almacenamiento		1				
Número de lote	100	70 Paquetes 30 Rollos de tela		Distancia total recorrida (m)		508,44				
Operario	Sebastian Villacís			Tiempo total recorrido (h:m:s)		4:48:08				
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones	
										
A1 - Colocar etiquetas a todas las cajas a almacenar	100	20	2:11:57	O						
A2 - Seleccionar el lugar donde se va a almacenar la materia prima	10	50	0:09:52						O	
A3 - Traer el coche del lugar de origen	0	0	0:00:00			O				
A4 - Colocar las cajas en el coche (3 o 4)	0	0	0:00:00	O						
A5 - Moverse al lugar seleccionado	10	211,72	0:46:19			O				Montacargas
A6 - Descargar y acomodar las cajas con materia prima	10	15	1:00:00						O	Montacargas
A7 - Moverse al lugar inicial (donde se encuentran las cajas)	10	211,72	0:40:00			O				Montacargas
TOTAL				2	3	0	1	1		

Anexo 9: Cursograma analítico del proceso: Despacho de materias primas propuesto

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS - PROPUESTO								
Proceso	Logístico de Almacenamiento de materias primas			Descripción		Actual				
				Operación	9					
Subproceso	Despacho de materias primas			Transporte	4					
				Espera	0					
Maquina Herramientas	Coche mecánico - Escalera metálica - Montacargas			Inspección	2					
				Almacenamiento	1					
Cantidad de lote	18	Ítems		Distancia total recorrida (m)		1138				
	Operario			Sebastian Villacís		Tiempo total recorrido (h:m:s)	6:56:17			
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (h:m:s)	Simbología					Observaciones	
										
A1 - Buscar el lugar donde se almacena el material	18	489	0:56:32							
A2 - Observar si e material es accesible	18	0	0:30:20							
A3 - Traer la escalera al lugar seleccionado	18	45	0:17:04							Escalera
A4 - Subir a la escalera	18	10	0:08:28							Escalera
A5 - Verificar la existencia del material	18	0	0:25:08							
A6 - Bajar de la escalera	18	10	0:08:03							
A7 - Bajar la unidad de carga para acceder al material requerido	18	10	0:48:28							Montacargas
A8 - Abrir la/s caja/s seleccionada/s y obtener el material	18	0	0:32:24							
A9 - Colocar el material selecionado en el suelo	18	0	0:26:55							
A10 - Verificar que las cantidades de materia prima sean las requeridas	18	0	0:43:59							
A11 - Colocar la materia prima seleccionada en cajas	18	0	0:05:36							
A12 - Traer el coche	18	45	0:12:40							Coche mecánico
A13 - Colocar las cajas en el coche	18	0	0:12:59							Coche mecánico
A14 - Mover al punto de embarque	18	489	0:36:27							
A15 - Bajar cajas del coche	18	0	0:12:37							
A16 - Embarcar la materia prima	1	40	0:38:37							Manual

Anexo 10: Características físicas - estructura del rack selectivo



1. Malla anticaída.
2. Viga transversal superior.
3. Gatillo de seguridad.
4. Distanciador.
5. Prolongación bastidor (100 mm).
6. Protector lateral (500 mm).
7. Protección puntual.
8. Protección lateral doble.
9. Placa de características de la estantería.
10. Zona de trabajo.
11. Pasillo de trabajo.
12. Pasillo de clasificación y expedición.
13. Pasillo peatonal.
14. Cruce peatonal.
15. Túnel Peatonal.

Anexo 12: Comparación de los diseños de las distribuciones: Actual vs Propuesto (FlexSim)

