



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

**OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES
UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**

Estefany Leticia Velásquez Pérez

Asesorada por el Ing. Elmer Gerardo Rabre Ceballos

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES
UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ESTEFANY LETICIA VELÁSQUEZ PÉREZ
ASESORADA POR EL ING. Elmer Gerardo Rabre Ceballos

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Maria Martha Wolford Estrada
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES
UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de febrero de 2018.

Estefany Leticia Velásquez Pérez

Guatemala 15 de mayo del 2018

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

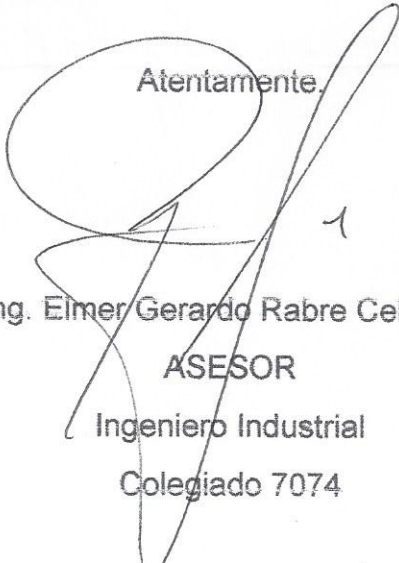
Estimado Ingeniero Urquizú:


Por medio de la presente informo a usted, que como asesor del Trabajo de Graduación de la estudiante universitaria **Estefany Leticia Velásquez Pérez**, quien se identifica con el carné universitario número **2013-13699**, procedí a revisar la tesis de cinco capítulos, cuyo título es: **“OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES”**. La cual encuentro satisfactoria.

En tal virtud, **LA DOY POR APROBADA**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular.

Atentamente,


Ing. Eimer Gerardo Rabre Ceballos
ASESOR
Ingeniero Industrial
Colegiado 7074


Ing. Eimer Rabre
COLEGIADO 7074
CEL.: 5076-0874



REF.REV.EMI.075.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**, presentado por la estudiante universitaria **Estefany Leticia Velásquez Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

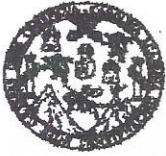
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Juan José Peralta Dardón
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 3405

Guatemala, julio de 2018.

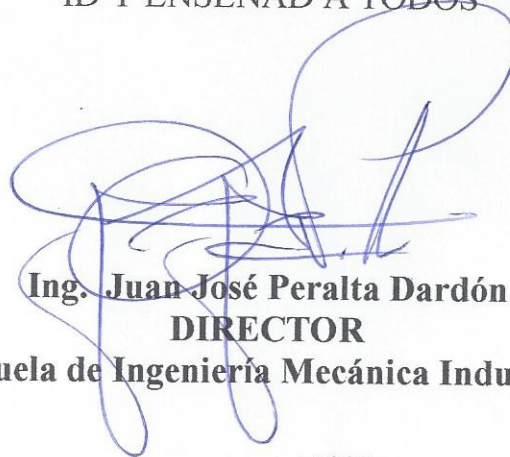
/mgp



REF.DIR.EMI.108.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**, presentado por la estudiante universitaria **Estefany Leticia Velásquez Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.



/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZAR LAS OPERACIONES DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**, presentado por la estudiante universitaria: **Estefany Leticia Velásquez Pérez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

5/21/18
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, agosto de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el pilar de mi vida, porque nunca me ha abandonado y en los buenos y malos momentos me ha demostrado su amor y ha bendecido grandemente mi vida.
- Mis padres** Fredy Velásquez y Elvira Pérez, por su infinito amor, paciencia y el apoyo brindado durante toda mi vida.
- Mi hermana** Julissa, por ser mi mejor amiga y siempre apoyarme para salir adelante.
- Mis hermanos** Alejandro y Kevin, por cuidarme, aconsejarme y apoyarme durante toda mi vida.
- Mis abuelos** Por ser un motor en mi vida, por todas sus oraciones que siempre me reconfortaron en momentos difíciles.
- Mis amigos** Por todo su cariño, apoyo y amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de cumplir una meta importante en mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi segundo hogar durante el desarrollo de mi carrera.
Mis amigos de la Facultad	Por ser mis compañeros de batalla y acompañarme durante las largas jornadas de estudio haciendo de los días en la universidad tesoros memorables.
Liceo Javier	Por ser el mejor colegio del mundo e inculcarme conocimientos y valores que jamás se olvidan.
Ing. Elmer Rabre	Por todo su apoyo y conocimiento brindado durante el proceso de realización del trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1. La Empresa	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	3
1.2. Tipo de organización	3
1.2.1. Organigrama.....	3
1.2.2. Estructura	4
1.2.3. Valores internos.....	5
1.3. Instalaciones.....	10
1.3.1. Dimensiones	10
1.3.2. <i>Layout</i> de las instalaciones.....	11
1.4. Operaciones	12
1.4.1. Productos de planta interna y planta externa	12
1.4.2. Productos de energía eléctrica	20
1.4.3. Servicios	22

1.4.3.1.	Proyectos de operación y mantenimiento.....	22
1.4.3.2.	Soluciones corporativas	23
1.4.3.3.	Energía eléctrica	24
1.4.3.4.	Líneas activas.....	24
1.4.3.5.	Planta interna y planta externa.....	25
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO	27
2.1.	Distribución de planta.....	27
2.1.1.	Función de la distribución de planta	27
2.1.2.	Distribución de acuerdo al proceso	27
2.1.3.	Distribución de acuerdo al producto	28
2.2.	Herramientas de trabajo.....	28
2.2.1.	Equipos de manejo de materiales	28
2.2.2.	Equipos para almacenamiento de materiales.....	31
2.3.	Materiales.....	40
2.3.1.	Tipo de materiales.....	40
2.3.2.	Uso de materiales	43
2.4.	Análisis de desempeño	45
2.4.1.	Optimización de operaciones	45
2.4.2.	Diagrama de operaciones	45
2.4.3.	Diagrama de flujo	46
2.4.4.	Diagrama de recorrido.....	46
2.4.5.	Mudas dentro del área de trabajo.....	47
2.4.6.	Análisis financiero	50
2.5.	Logística.....	52
2.5.1.	Funciones de la logística	53
2.5.2.	Objetivos de la logística	56
2.5.3.	Cadena logística.....	57

2.6.	Teoría de inventarios	59
2.6.1.	Tipos de inventarios.....	59
2.6.2.	Modelos de inventarios	60
2.6.3.	Teoría de colas	65
2.7.	Seguridad industrial	67
2.7.1.	Equipos de protección personal.....	68
2.7.2.	Plan de Salud y Seguridad Ocupacional	71
2.7.3.	Accidentes laborales.....	72
2.7.4.	Señalización	75
3.	ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES	81
3.1.	Proyectos en ejecución.....	81
3.1.1.	Tipos de proyectos	81
3.1.2.	Áreas involucradas	81
3.1.3.	Tiempos y costos de ejecución.....	83
3.2.	Descripción de equipos e instalaciones.....	85
3.2.1.	Estanterías.....	85
3.2.2.	Pasillos	86
3.2.3.	Área de carga	87
3.2.4.	Área de despacho.....	88
3.2.5.	Maquinaria y herramienta	89
3.3.	Logística	90
3.3.1.	Solicitud de nuevos materiales y suministros	91
3.3.2.	Entrega de los materiales y suministros por parte del proveedor.....	93
3.3.3.	Ingreso a bodega.....	95
3.3.4.	Almacenamiento	97
3.3.5.	Despacho a cuadrillas de trabajo.....	97
3.4.	Inventario de materiales	100

3.4.1.	Tipos de materiales según proyecto.....	100
3.4.2.	Demanda actual	108
3.4.3.	Costos de materiales.....	113
3.5.	Condiciones de trabajo.....	118
3.5.1.	Distribución de planta	121
3.5.2.	Descripción de puestos	122
3.6.	Seguridad industrial.....	123
3.6.1.	Condiciones de seguridad industrial en las instalaciones.....	124
3.6.2.	Condiciones de seguridad industrial en los colaboradores.....	124
4.	OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES.....	127
4.1.	Optimización de operaciones	127
4.1.1.	Método de distribución de instalaciones.....	127
4.1.2.	Distribución de las instalaciones	133
4.1.3.	Descripción de puestos y jornadas laborales	134
4.2.	Diseño de instalaciones	139
4.2.1.	Iluminación	140
4.2.2.	Pisos	151
4.2.3.	Pintura.....	153
4.3.	Herramientas para la optimización de actividades	155
4.3.1.	Maquinarias.....	155
4.3.2.	Equipos	156
4.3.3.	Estanterías	156
4.4.	Operaciones de logística.....	159
4.4.1.	Control y orden de entradas y salidas de insumos y materiales.....	159
4.4.2.	Recepción de nuevos pedidos	162

4.4.3.	Almacenamiento de materiales e insumos	167
4.4.4.	Preparación del pedido	171
4.4.5.	Despacho.....	174
4.5.	Control de inventarios.....	179
4.5.1.	Explosión de materiales.....	179
4.5.2.	Nivel teórico de consumo	179
4.5.3.	Nivel de reorden	182
4.5.4.	Nivel mínimo de existencia	186
4.5.5.	Pedido óptimo.....	190
4.6.	Seguridad industrial.....	194
4.6.1.	Equipo de seguridad industrial.....	194
4.6.2.	Señalización	195
4.6.3.	Plan de contingencia	196
4.6.4.	Plan de evacuación	204
5.	ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO	207
5.1.	Impacto económico	207
5.1.1.	Costo del proyecto.....	210
5.1.2.	Relación costo/beneficio.....	215
5.2.	Reducción de mudas.....	218
5.2.1.	Transporte	219
5.2.2.	Movimientos.....	220
5.2.3.	Inventarios	220
5.3.	Material de desecho producido.....	224
5.3.1.	Clasificación.....	224
5.3.2.	Tratamiento.....	226
5.3.3.	Venta	227
	CONCLUSIONES	229

RECOMENDACIONES231
BIBLIOGRAFÍA.....233
APÉNDICES.....235
ANEXOS.....239

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica.....	2
2.	Ubicación geográfica satelital.....	2
3.	Organigrama de la empresa.....	4
4.	Estructura de la empresa	5
5.	Valor de honestidad	6
6.	Valor de compromiso	6
7.	Valor de productividad.....	7
8.	Valor de sentido humano	7
9.	Valor de innovación.....	8
10.	Valor de vocación de servicio.....	8
11.	Valor de perseverancia	9
12.	Valor de orientación a resultados.....	9
13.	Dimensiones de la bodega.....	10
14.	<i>Layout</i> del área de distribución	11
15.	Materiales para red de cobre	13
16.	Materiales para red de cobre	14
17.	Materiales para red de cobre	15
18.	Materiales de red de fibra óptica	16
19.	Materiales de red de fibra óptica	17
20.	Materiales y suministros de red coaxial (HFC).....	18
21.	Materiales y suministros de red coaxial (HFC).....	19
22.	Productos de energía eléctrica.....	20
23.	Productos de generación	21

24.	Productos de protección	22
25.	Banda transportadora	31
26.	<i>Rack</i> Cantiléver.....	32
27.	<i>Rack</i> dinámico	33
28.	<i>Rack drive-in</i>	34
29.	<i>Rack</i> selectivo.....	35
30.	<i>Rack</i> estructural	35
31.	<i>Rack push-back</i>	36
32.	<i>Rack</i> de doble profundidad	37
33.	<i>Rack</i> autosoportado.....	38
34.	Tarima de plástico.....	39
35.	Tarima de madera.....	40
36.	Modelo de compra sin pedidos pendientes.....	61
37.	Modelo de compra con faltante.....	62
38.	Modelo de producción con faltantes	63
39.	Modelo de producción sin déficit.....	64
40.	Teoría de colas	65
41.	Señales de prohibición.....	76
42.	Señales de obligación.....	77
43.	Señales de advertencia	78
44.	Señales de salvamento.....	79
45.	Estanterías.....	85
46.	Pasillos de área de distribución	86
47.	Área de carga	87
48.	Área de despacho.....	88
49.	Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros.....	92
50.	Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor.....	94

51.	Diagrama de operaciones del ingreso a bodega de materiales y suministros	96
52.	Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo	98
53.	Demanda actual del proyecto de reordenamiento de fusibles.....	110
54.	Demanda actual del proyecto de transferencia y desmontaje.....	112
55.	Distribución actual de la planta	121
56.	Distribución de planta propuesta	133
57.	Reflectancia efectiva	144
58.	Coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes	145
59.	Rendimiento de pinturas	154
60.	Control de disponibilidad en estanterías	158
61.	Ingreso a bodega	160
62.	Despacho de bodega	161
63.	Devoluciones en bodega.....	162
64.	Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor	163
65.	Diagrama de operaciones del ingreso a bodega de materiales y suministros	165
66.	Diagrama de operaciones de almacenamiento en bodega de materiales y suministros.....	168
67.	Ficha de identificación.....	170
68.	Control de inventario	171
69.	Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros a proveedores	172
70.	Diagrama de operaciones de despacho a cuadrillas de trabajo.....	175
71.	Despacho de material	178
72.	Ruta de evacuación.....	205

TABLAS

I.	Colores de seguridad.....	79
II.	Porcentajes de tiempo y costo de actividades totales del proyecto de reordenamiento de fusibles.....	83
III.	Porcentajes de tiempo y costo de actividades totales del proyecto de transferencia y desmontaje.....	84
IV.	Maquinaria.....	89
V.	Herramientas.....	90
VI.	Inventario inicial del proyecto de reordenamiento de fusibles.....	102
VII.	Inventario inicial del proyecto de transferencia y desmontaje.....	106
VIII.	Demanda actual del proyecto de reordenamiento de fusibles.....	108
IX.	Demanda actual del proyecto de transferencia y desmontaje.....	110
X.	Porcentajes de volumen total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles.....	113
XI.	Porcentajes de volumen total de productos en la bodega de transferencia y desmontaje.....	115
XII.	Porcentajes del valor total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles.....	116
XIII.	Porcentajes del valor total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles.....	117
XIV.	Resultados de encuesta sobre condiciones de trabajo.....	119
XV.	Resultados de encuesta sobre condiciones de trabajo.....	120
XVI.	Consumo anual de reordenamiento de fusibles.....	128
XVII.	Consumo anual de transferencia y desmontaje.....	130
XVIII.	Descripción del puesto de jefe de proyecto.....	135
XIX.	Descripción del puesto de coordinador administrativo.....	135
XX.	Descripción del puesto de supervisor de proyecto.....	136
XXI.	Descripción del puesto de encargado de bodega.....	136

XXII.	Descripción del puesto de bodeguero	137
XXIII.	Descripción del puesto de jefe de cuadrilla	138
XXIV.	Capacitaciones.....	139
XXV.	Reflectancias.....	143
XXVI.	Niveles de luz necesaria	146
XXVII.	Factor de mantenimiento.....	146
XXVIII.	Distribución de estanterías	156
XXIX.	Cantidad de suministros.....	179
XXX.	Flujo de inventario de reordenamiento de fusibles.....	180
XXXI.	Flujo de inventario de transferencia y desmontaje	181
XXXII.	Punto de reorden de reordenamiento de fusibles.	184
XXXIII.	Punto de reorden de transferencia y desmontaje.....	185
XXXIV.	Nivel mínimo de existencia de reordenamiento de fusibles.....	187
XXXV.	Nivel mínimo de existencia de transferencia y desmontaje.....	189
XXXVI.	Pedido óptimo de reordenamiento de fusibles	191
XXXVII.	Pedido óptimo de transferencia y desmontaje	192
XXXVIII.	Costo de equipo de protección personal	194
XXXIX.	Costos de señalización	195
XL.	Personas a cargo	201
XLI.	Proyección de reordenamiento de fusibles	208
XLII.	Proyección de transferencia y desmontaje.....	209
XLIII.	Costo de iluminación	211
XLIV.	Costo de pintura de paredes	211
XLV.	Costo de pintura en piso	212
XLVI.	Costo de estanterías	212
XLVII.	Costo de herramientas para almacenamiento.....	213
XLVIII.	Costo de equipo de protección personal.....	213
XLIX.	Costo de señalización	214
L.	Beneficio de reordenamiento de fusibles	215

LI.	Beneficio de transferencia y desmontaje	216
LII.	Comparación de inventarios de reordenamiento fusibles	221
LIII.	Comparación de inventarios de transferencia y desmontaje	222

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\approx	Aproximadamente
Φ	Flujo
h	Hora
m	Metro
m²	Metro cuadrado
%	Porcentaje
Plg	Pulgadas
Q	Quetzales
Σ	Sumatoria
W	Watts

GLOSARIO

AGEXPORT	Asociación de Exportadores de Guatemala
Bobina	Carrete que sirve para enrollar alrededor hilo, cable, alambre u otro material flexible.
Cuadrilla	Equipo de trabajo, generalmente el término es empleado en un ambiente técnico, se utiliza indistintamente para equipos de trabajo de planta interna o planta externa.
EPP	Equipo de protección personal.
Equipos activos	Equipos de transmisión (pertenecientes a la red) dentro de la planta interna que necesitan una fuente de alimentación para estar en funcionamiento.
Equipos pasivos	Equipos de transmisión (pertenecientes a la red) dentro de la planta interna que no necesitan una fuente de alimentación para funcionar, por lo tanto su capacidad de procesamiento es nula.
Fibra óptica	Medio de transmisión utilizado en redes de telecomunicaciones capaz de conducir impulsos de luz de un extremo "A" a un extremo "B".

HFC	Híbrido de Fibra-Coaxial, es la tecnología de última milla encargada de mediar entre dos medios de transmisión, por un lado, la fibra óptica, capaz de proporcionar grandes velocidades de transmisión, pero con altos costos de implementación, y por otro lado el coaxial (cobre) con costos de implementación bajos.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
LAYOUT	Es el diseño de instalaciones y distribución del espacio, tomando en cuenta la disposición que debe tener, tanto interna como externa.
NODOS	Espacios físicos que en su mayoría son cuartos anexos a las torres de transmisión que poseen todos los elementos de red y que están rodeados por muros perimetrales y protegidos con extrema seguridad.
Pictograma	Signo que permite expresar ideas y conceptos.
Planta externa	Hace referencia a todos los elementos de red ubicados fuera de los contenedores o nodos (espacios físicos protegidos).
Planta interna	Hace referencia a todos los elementos de red ubicados dentro de un espacio físico protegido,

generalmente son llamados *shelter* o nodos, la planta interna se compone de equipos activos y pasivos.

Riesgos laborales

Es la probabilidad de que un objeto, sustancia, material o fenómeno pueda desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador.

Transferencia

La transferencia de los nodos es la encargada de realizar la conmutación entre las distintas fuentes de energía comercial, motogenerador o banco de baterías, según su disponibilidad y prioridad.

Última milla

Fibra coaxial que viene del último nodo al cliente final.

RESUMEN

Para optimizar las operaciones de logística y distribución de materiales dentro del área de distribución se realizó un análisis de las actividades ejecutadas y de los factores relacionados a éstas. Con base en esto se diseñó una nueva distribución de las instalaciones que pudiera ser eficiente y permitir la optimización de las operaciones. Para aumentar la satisfacción de los colaboradores y garantizar el desarrollo correcto de las actividades se realizó un análisis de iluminación, pisos y pinturas. Adicional a esto se realizó el plan de contingencia, el diseño de la ruta de evacuación y la determinación del punto de reorden para, en caso de emergencia, saber la manera de actuar.

Para optimizar las operaciones de logística se implementaron procesos estandarizados, a través del diseño de diagramas de operaciones, que buscan reducir tiempos, distancias y sobreprocesos que impactan en los costos de operación. Para evitar los paros de producción por la falta de inventario se plantea un nuevo sistema de almacenamiento, que se basa en la implementación de nuevos sistemas de control con el apoyo de hojas de cálculo y con la determinación de puntos de reorden y pedidos óptimos para cada uno de los materiales y suministros utilizados. Para implementar todos los cambios propuestos se realiza una nueva descripción de los puestos de trabajo relacionados al área de distribución, para que cada colaborador conozca su función dentro del área. Esta información se daría a conocer previo a su implementación y con el apoyo de capacitaciones.

A través de un análisis beneficio / costo se determinó el porcentaje de retorno de la inversión realizada, el cual muestra que el proyecto es factible.

OBJETIVOS

General

Optimizar las operaciones de logística y distribución de materiales utilizados en proyectos de energía eléctrica y telecomunicaciones para mejorar su control, distribución y condiciones de seguridad industrial.

Específicos

1. Analizar los puntos de mejora en el área física de la bodega de materiales, que actualmente presentan pasillos, estanterías y áreas de carga saturadas de materiales y mínimas condiciones de seguridad industrial, para aumentar la eficiencia de las instalaciones, su movilidad y la reducción de accidentes laborales.
2. Analizar los factores que afecten la distribución de los materiales y cambiar la estrategia de almacenamiento, tomando en cuenta su uso, cantidad, composición, vencimiento, fecha de ingreso y el proyecto al cual fueron asignados.
3. Diseñar un Sistema de Inventarios eficiente para los materiales y suministros de la bodega, con el cual determinar el nivel de reorden y pedido óptimo de cada uno, evitando afectar la producción diaria cuando no hay existencias.

4. Analizar las condiciones de trabajo de los colaboradores para poder mejorar el desarrollo de las actividades relacionadas a los puestos de trabajo.
5. Realizar un análisis costo / beneficio para la implementación de la propuesta de mejora.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa se dedica a prestar servicios de instalación y mantenimiento a empresas relacionadas con redes de telecomunicaciones y energía eléctrica. Para el desarrollo de la producción diaria es necesario contar con mano de obra calificada y con los materiales necesarios para la ejecución de cada proyecto.

En el siguiente trabajo de graduación se describen los procedimientos a realizar para la optimización de las operaciones de logística y distribución, con el fin de mantener una producción constante y volver eficientes las actividades de solicitud, entrega, despacho, almacenamiento y asignación de materiales e insumos. Se realiza un nuevo diseño de sus instalaciones, donde se ven implicados cambios en equipos, estanterías y la implementación de señalizaciones y análisis de condiciones como iluminación. Todo esto con el fin de obtener operaciones, transportes y recorridos más eficientes.

Para el control de su inventario se implementa el cálculo de puntos de reorden y cantidades óptimas para contar con el inventario necesario y no caer en costos asociados a un mal manejo de inventario. Para llevar este control se implementan hojas de cálculo diseñadas para cada área y explicadas a los colaboradores relacionados antes de su implementación.

Para determinar la factibilidad del proyecto se realiza un análisis de los beneficios generados en la optimización y estandarización de procesos y de los costos de implementación de cada etapa del proyecto.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. La Empresa

1.1.1. Historia

Es una empresa fundada en el año 2000, en el Municipio de Guatemala, con el objetivo de suministrar equipos de telecomunicaciones y de energía a las principales operadoras telefónicas y distribuidoras de energía del país.

Con el paso del tiempo extendió las operaciones en México, Centroamérica, Panamá y El Caribe, donde cuenta con infraestructura y personal altamente capacitado. Actualmente está en búsqueda de nuevos mercados en América del Sur. Así mismo se ha buscado la constante innovación y diversificación de la empresa, para proveer a los clientes las soluciones correctas para cada uno de sus proyectos, por lo que es distribuidora y proveedora de equipos y servicios de energía, equipos activos y pasivos para la red de telecomunicaciones.

CONNECTIVA sabe que el buen funcionamiento de las redes de telecomunicaciones depende de los proveedores, pero también de su correcta implementación, por lo que se ha creado una unidad de negocios enfocada a usuarios corporativos, que pudiera suplir las diferentes necesidades en los *Data Center*, centros de control y monitoreo, aportando una mejor asesoría y buscando ser un aliado en los diversos proyectos.

1.1.2. Ubicación

La empresa cuenta con su bodega de materiales en la zona 12 de la Ciudad de Guatemala, dentro de un complejo de Ofibodegas.

Figura 1. Ubicación geográfica



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth Pro.

Figura 2. Ubicación geográfica satelital



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth Pro.

1.1.3. Misión

Ser la mejor empresa especializada en proveer soluciones y asesoramiento tecnológico, mediante la comercialización de sistemas, productos y servicios de alta calidad. Ser impulsados por un equipo de profesionales con talento para obtener la satisfacción de los clientes y socios comerciales.

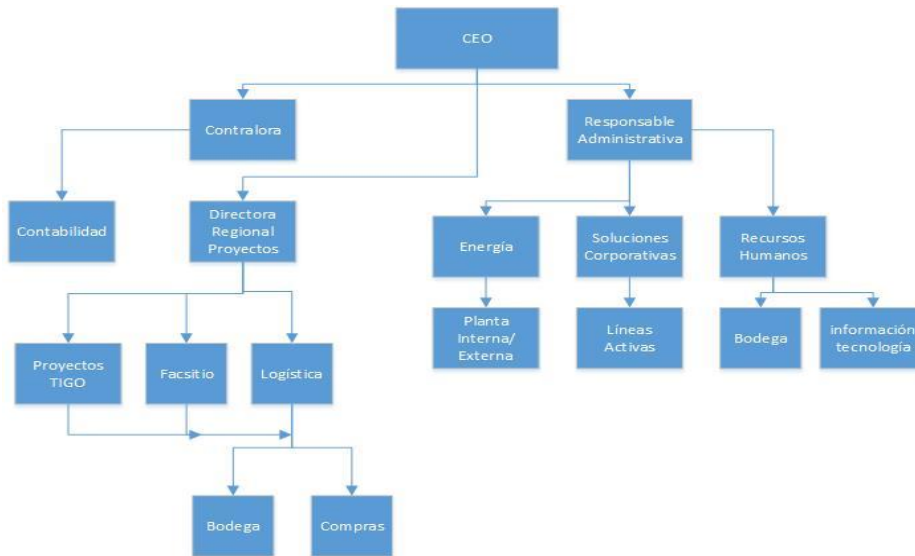
1.1.4. Visión

Ser líderes innovadores en el mercado latino y del Caribe, en la comercialización de líneas de productos, sistemas y servicios de alta calidad tecnológica. Generar la mejor asesoría para los clientes y buscar permanentemente la excelencia siendo dinámicos y productivos en sus acciones.

1.2. Tipo de organización

1.2.1. Organigrama

Figura 3. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

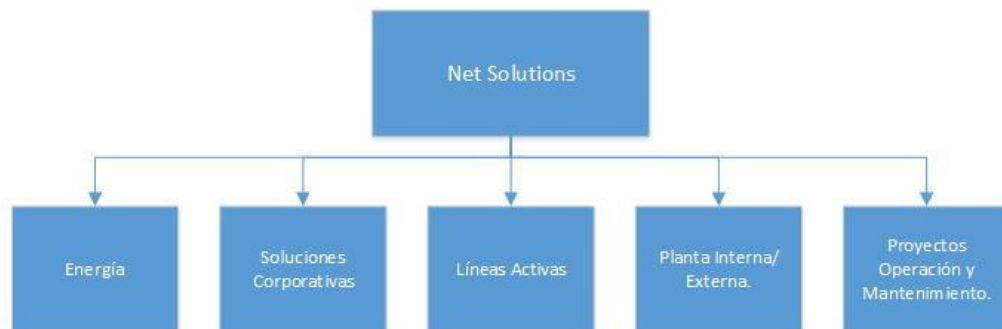
1.2.2. Estructura

En México, Centroamérica, Panamá y El Caribe se cuenta con filiales propias y personal altamente capacitado en cada una de las líneas de negocios en las que se desarrolla. Tales como:

- Energía: soluciones en sistemas de generadores eléctricos, protección eléctrica, respaldo de energía e iluminación para torres.
- Soluciones corporativas: integración de soluciones de infraestructura, equipos activos y energía.
- Líneas activas: instalación y configuración de equipos de sincronía de redes, cobertura móvil y transmisión de datos.

- Planta interna/externa: distribución de elementos de infraestructura de planta externa en redes de telecomunicaciones, desde oficina central hasta cliente final.
- Proyecto de operación y mantenimiento: desarrollo de proyectos llave en mano, mantenimiento preventivo y correctivo de telecomunicaciones, energía, entre otros. Se busca entregar la mejor asesoría y las mejores soluciones respaldadas por las mejores marcas reconocidas mundialmente.

Figura 4. **Estructura de la empresa**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

1.2.3. **Valores internos**

- Honestidad: trabajar con dignidad, honradez y equidad.

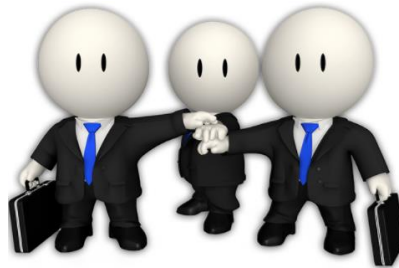
Figura 5. **Valor de honestidad**



Fuente: Conectiva.

- Compromiso: promover una actitud con libertad en la dirección de resultados y buscar más de lo que se espera.

Figura 6. **Valor de compromiso**



Fuente: Conectiva.

- Productividad: generar valor a todo lo hecho.

Figura 7. **Valor de productividad**



Fuente: Conectiva.

- Sentido humano: valora la dignidad de la persona.

Figura 8. **Valor de sentido humano**



Fuente: Conectiva.

- Innovación: enfoque del talento humano en investigación y desarrollo, para anticiparse a las tendencias del mercado tecnológico.

Figura 9. **Valor de innovación**



Fuente: Conectiva.

- Vocación de servicio: compartir una actitud de servicio para los compañeros de la empresa, atender las necesidades del cliente y satisfacer sus expectativas bajo el principio de la excelencia.

Figura 10. **Valor de vocación de servicio**



Fuente: Conectiva.

- Perseverancia: llevar a cabo las acciones correctas para alcanzar lo decidido.

Figura 11. **Valor de perseverancia**



Fuente: Conectiva.

- Orientación a resultados: se centra en el rendimiento y los resultados en todo lo hecho y en apasionarse en buscar las mejores soluciones. La interacción y un discurso claro despejan el camino para ofrecer valor a todos los que participan en el proceso.

Figura 12. **Valor de orientación a resultados**



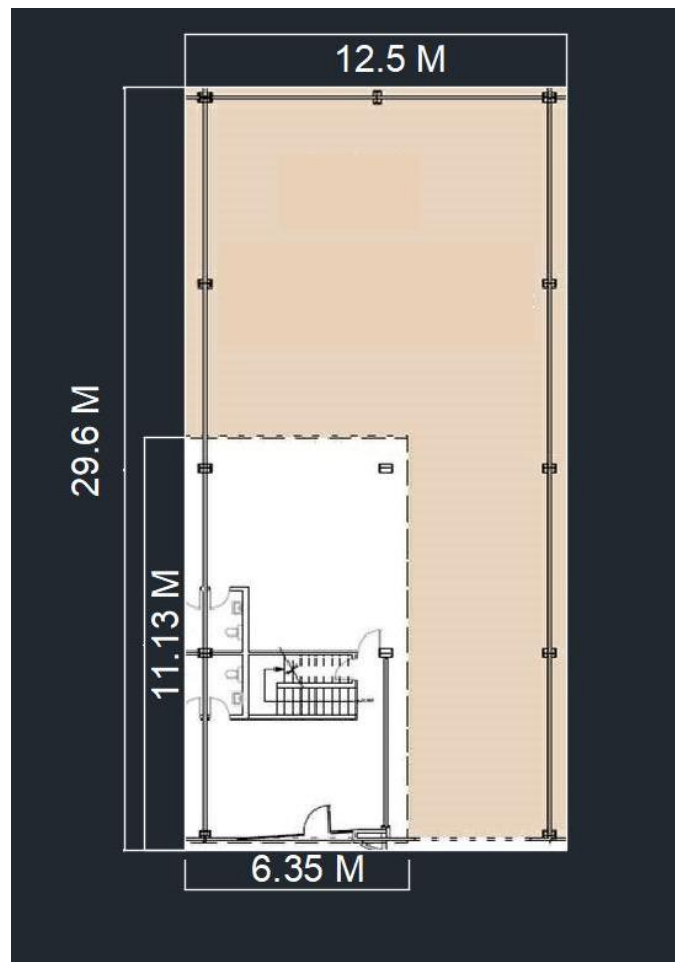
Fuente: Conectiva.

1.3. Instalaciones

1.3.1. Dimensiones

La empresa en estudio cuenta con 12,5 metros de ancho por 29,6 metros de largo, con un área de 370 metros cuadrados en su planta baja y específicamente donde se encuentra el área de bodega.

Figura 13. Dimensiones de la bodega

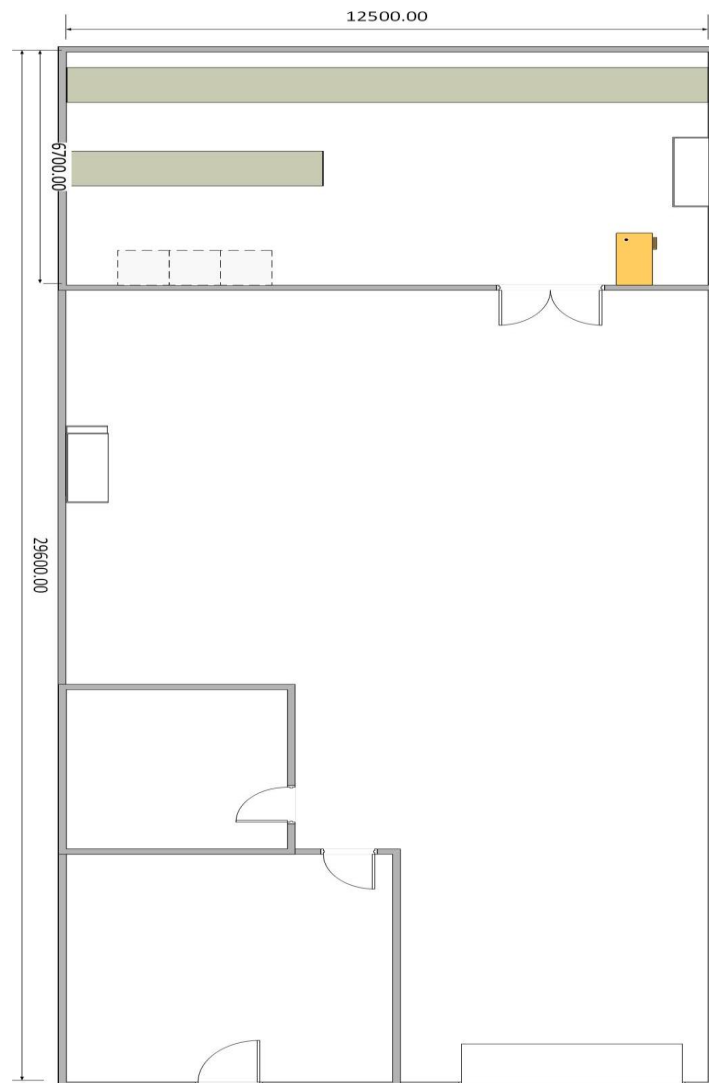


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

1.3.2. *Layout* de las instalaciones

Actualmente el área de distribución cuenta con poco equipo, entre el cual se encuentran dos estanterías, dos archivos y un escritorio.

Figura 14. *Layout* del área de distribución



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

1.4. Operaciones

1.4.1. Productos de planta interna y planta externa

Planta interna: hace referencia a todos los elementos de red ubicados dentro de un espacio físico protegido, generalmente son llamados *shelter* o nodos, se compone de equipos activos y pasivos encargados de procesar el flujo de datos en la capa 2 y 3 dentro de la jerarquía de una red de telecomunicaciones.

Planta externa: hace referencia a todos los elementos de red ubicados fuera de los contenedores o nodos (espacios físicos protegidos), generalmente se trata de la capa 1 dentro de la jerarquía de una red de telecomunicaciones, principalmente cobre y fibra óptica, dichos medios de transmisión tienen dos funciones principales: primero, se encargan de llevar el tráfico de los clientes finales (radio base, cliente corporativo, cliente particular) hacia los conmutadores y enrutadores, y segundo, se encargan de comunicar los diferentes contenedores entre sí para llevar el tráfico a las centrales de procesamiento.

1.4.1.1. Red de cobre

A continuación, se encuentran todos aquellos suministros que maneja la empresa relacionados a red de cobre.

Figura 15. **Materiales para red de cobre**

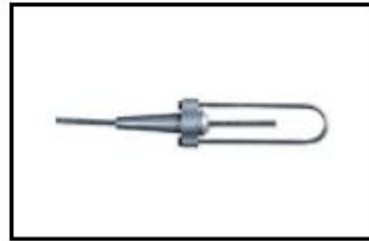
Roseta Red de Cobre



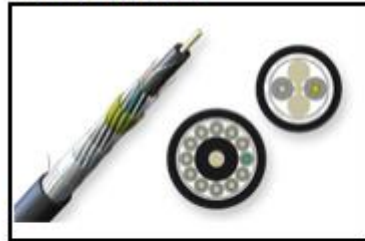
Herramienta Básica Red de Cobre



Herrajes de Sujeción



Cables Multipares



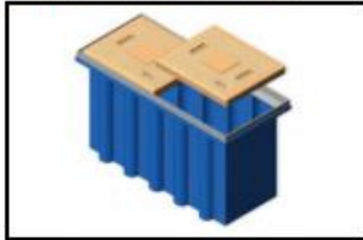
Cajas Terminales



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

Figura 16. **Materiales para red de cobre**

Cámaras, Pozos, Registros



Gabinetes de Cross Conexión



Conectores



Etiquetas, Identificadores, Numeración, Prevención



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

Figura 17. **Materiales para red de cobre**

Flejes y Hebillas



Shelters, Bloques, Protección



Tapaderas Concreto Polimérico



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.1.2. Red de fibra óptica

Figura 18. **Materiales de red de fibra óptica**

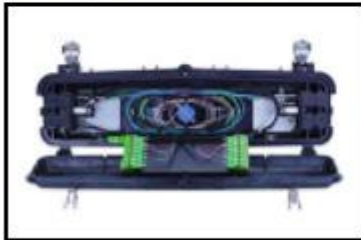
Cable de acometida (F.O.)



Empalmadoras de Fusión



Cierres de empalme Aéreos



ODF Distribuidor Óptico



Gabinetes Ópticos, Racks



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

Figura 19. **Materiales de red de fibra óptica**

Pigtails, Patchcords



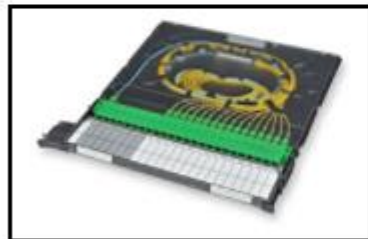
Cajas Ópticas de Pared



Herramienta Red de Fibra Óptica



Splitters Ópticos



Ductos, Subductos, Miniductos, Microductos



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.1.3. Red coaxial (HFC)

Figura 20. **Materiales y suministros de red coaxial (HFC)**

Cajas Metálicas para Energía



Herramienta Básica Red Coaxial



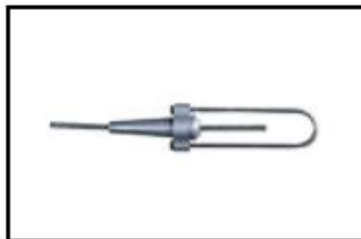
Cajas Troncales



Conectores



Herrajes de Sujeción



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

Figura 21. **Materiales y suministros de red coaxial (HFC)**

Flejes y Hebillas



Máscaras para Fuentes, Amplificadores,



Rosetas Ópticas



Splitters



TAPs



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.2. Productos de energía eléctrica

1.4.2.1. Respaldo

Figura 22. Productos de energía eléctrica

Bancos de Baterías



UPS



Rectificadores



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.2.2. Generación

Figura 23. Productos de generación

Transferencias Automáticas



Motor Generadores



Paneles Solares



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.2.3. Protección

Figura 24. Productos de protección



Fuente: *Conectiva*. <http://www.conectiva.com.gt/>. Consulta: 15 noviembre de 2017.

1.4.3. Servicios

1.4.3.1. Proyecto de operación y mantenimiento

La empresa se encarga de desarrollar proyectos llave en mano, mantenimientos preventivos y correctivos de telecomunicaciones, energía, redes de acceso, enlaces, diseños e implementación de sistemas de protección,

respaldo de energía, generadores eléctricos y paneles solares. Su objetivo es integrar soluciones de alta calidad y mano de obra calificada. Cuenta con personal administrativo y técnico capacitado para el control y manejo de proyectos. También para dar mantenimiento preventivo y correctivo según sea el caso necesario, se realizan estudios y análisis del proyecto para mantener y garantizar el óptimo desarrollo. La infraestructura con la cual cuenta es a nivel regional y local, estratégicamente distribuida para responder a requerimientos específicos del cliente.

1.4.3.2. Soluciones corporativas

Integración de soluciones, eléctricas y de infraestructura, de alta calidad para el mercado corporativo y de empresas tanto públicas como privadas, a nivel de infraestructura, equipos activos y de energía. Es útil trabajar con marcas de alto prestigio y reconocidas mundialmente para garantizar una adecuada solución a la necesidad de los clientes.

- *Networking*: implementación de redes LAN según la necesidad del cliente, instalación y configuración de *switches*, *routers*, *access points* para WiFi y seguridad perimetral. Implementación de balanceadores de carga y de enlaces punto a punto y punto a multi-punto.
- Video vigilancia: implementación de redes de video-vigilancia con cámaras IP y análogas, sistemas de almacenamiento y centro de monitoreo. Video para aplicaciones de seguridad y ciudades inteligentes.

1.4.3.3. Energía eléctrica

Soluciones en sistemas de generadores eléctricos, protección eléctrica, respaldo de energía por medio de UPS, baterías, motor generador, sistemas de respaldo con energía fotovoltaica, iluminación para torres de comunicación, así como sistemas de alumbrado público e industrial con aplicación de sistemas LED, paneles solares de diferentes capacidades, diseñados según las necesidades de cada cliente. Cada una aplicable en instalaciones industriales, hospitales, comerciales o telecomunicaciones.

1.4.3.4. Líneas activas

Implementación de redes de telecomunicaciones a través de la instalación y configuración de equipos de sincronización de redes, cobertura móvil y transmisión de datos. Instalación de infraestructura de fibra óptica y cobre, servicio de redes IP y móviles, utilizando equipos de medición y sistemas de monitoreo.

- Redes IP y acceso: suministro e implementación de redes de acceso de fibra óptica y cobre. Implementación de soluciones FTTH en Centroamérica con el apoyo del fabricante CALIX. Implementación del líder mundial CISCO.
- Optimización, monitoreo y medición de redes: monitoreo y optimización de redes de telecomunicación mediante Drive-Test, Benchmarking e Initial Tuning.

1.4.3.5. Planta interna y planta externa

Distribuidores de todos los elementos que conforman la infraestructura de planta externa en redes de telecomunicaciones, desde el lado de la oficina central hasta las instalaciones del lado del cliente. Distribución de herramienta de diseño, construcción y mantenimiento de redes de planta externa/ interna, herramientas básicas y especializadas, máquinas de fusión, equipo para montaje de cables, zanjeadoras, sopladoras y compresores para instalaciones especiales.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Distribución de planta

La distribución en planta se define como el orden asignado a la distribución del área y ubicación de los distintos departamentos y elementos que constituyen el proceso productivo de la empresa, ya sea industrial o de servicios. Este orden comprende los espacios necesarios para los movimientos, transportes, almacenamientos, desplazamiento de los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección, de igual manera se puede dar el caso de una expansión, reordenación, ajuste o traslado. Para poder plantear una distribución de planta es necesaria la recopilación de información de las circunstancias actuales, para poder saber en dónde se está y a qué punto se quiere llegar. La distribución en planta va ligada al proceso de crecimiento y evolución de una empresa.

2.1.1. Función de la distribución de planta

Su principal objetivo es que la disposición de elementos, áreas de trabajo y del equipo sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores.

2.1.2. Distribución de acuerdo al proceso

Esta es la distribución en la cual todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, es decir que este sistema de disposición se utiliza

frecuentemente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto, como es el caso de fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

2.1.3. Distribución de acuerdo al producto

Este tipo de distribución, comúnmente denominado distribución de producción en cadena, corresponde al caso en el que toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso secuencial de fabricación. Se emplea usualmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos estandarizados, o en la fabricación de productos específicos que tienen como base un producto genérico. Por ejemplo, el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles, procesos sumamente estandarizados en los que la diferenciación se hace lo más cercana al cliente que sea posible.

2.2. Herramientas de trabajo

2.2.1. Equipo de manejo de materiales

2.2.1.1. Pallet trucks manuales

Constituye un equipo básico, por su sencillez y eficacia. Tiene un uso generalizado en la manutención y traslado horizontal de cargas unitarias sobre tarima, desde los lugares de operación, generalmente las máquinas, a los lugares de almacenamiento o viceversa.

2.2.1.2. Pallet trucks eléctricas

Las *pallets trucks* eléctricas están pensadas para el transporte de mercancías en todo tipo de distancias, para la carga y descarga en espacios reducidos o para la preparación de pedidos a bajo nivel de forma ocasional. Existen modelos con conductor dentro y fuera de la propia máquina, favoreciendo el confort del operario, pudiendo ir este a pie o montado sobre la máquina.

2.2.1.3. Montacargas

Se denominan montacargas, o carretillas automotoras de manutención o elevadoras, todas las máquinas que se desplazan por el suelo, de tracción motorizada, destinadas fundamentalmente a transportar, empujar, tirar o levantar cargas. Es un vehículo contrapesado en su parte trasera, que mediante dos horquillas puede transportar y apilar cargas generalmente montadas sobre tarimas. Se debe tener en cuenta que dentro de los montacargas se pueden identificar dos grandes grupos, dependiendo del motor que utilicen para ello:

- Eléctricos: en este caso el vehículo entra en funcionamiento gracias a que cuenta con baterías compuestas de ácido y plomo, de gran tamaño, que tienen una duración de hasta ocho horas. Algo que caracteriza a los montacargas es que, si bien son más costosos a la hora de comprarlos, a la larga resultan más económicos. Esto se debe a que consumen menos combustible y que no precisan ser mantenidos por mecánicos para que funcionen correctamente. Otra ventaja que tienen estos modelos es que no son un factor de contaminación y que se pueden utilizar en espacios cubiertos, sin ningún problema.

- **Combustión interna:** este tipo de montacargas utilizan combustibles como biodiesel o nafta. La ventaja que tienen estos modelos es que, si se quedan sin nafta, esto puede resolverse rápidamente, cargándoles más, mientras que en el caso anterior hay que esperar a que las baterías se carguen.

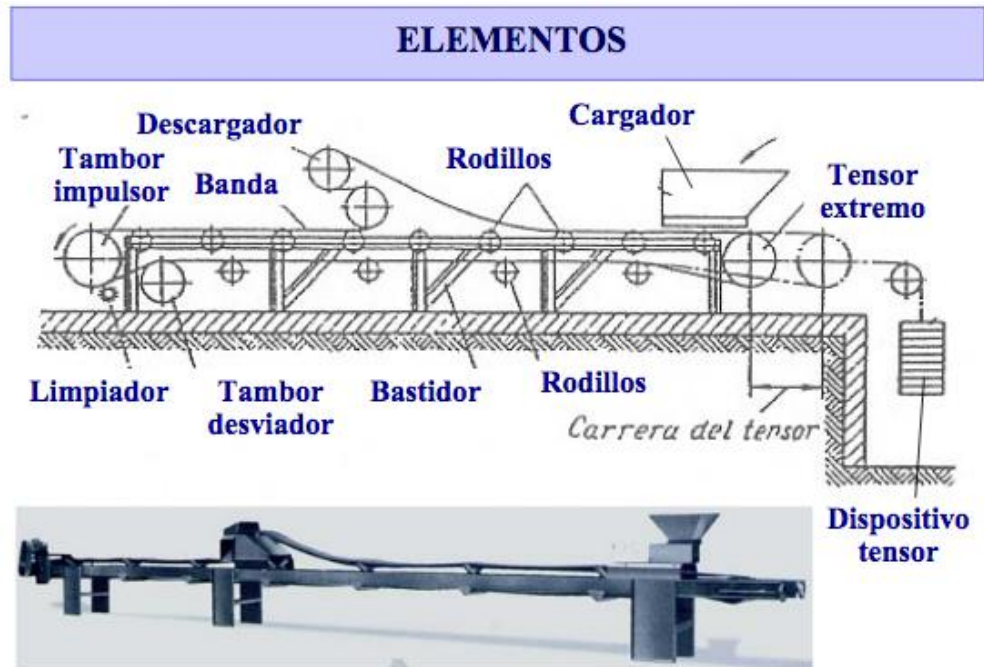
2.2.1.4. Banda transportadora

La banda transportadora conduce artículos de un punto a otro. Es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Por lo general, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores, a la vez accionados por su motor. Para transportar material por terreno inclinado se usan unas secciones llamadas cintas elevadoras. Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte.

Las bandas transportadoras son utilizadas como componentes en la distribución automatizada y almacenamiento. En combinación con manejo de equipos computarizados permiten que se realice eficientemente la distribución de materiales en la industria.

Es considerado además como un sistema que minimiza el trabajo que permite que grandes volúmenes sean movidos rápidamente a través de procesos. Se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, etcétera. También se utilizan para transportar paquetes, cajas o producto terminado de planta de producción a su centro de almacenamiento o distribución.

Figura 25. **Banda transportadora**



Fuente: *Banda transportadora*.

<https://www.google.com.gt/search?q=banda+transportadora&sourceMEb6isXnZM>: Consulta: noviembre de 2017.

2.2.2. **Equipos para almacenamiento de materiales**

- *Racks*: son sistemas de almacenamiento de alta densidad, usados para el almacenaje de producto entarimado, dan acceso directo a cualquier tarima de una forma controlada y sistemática, permitiendo seleccionar la tarima deseada. Utilizados en los almacenes de gran volumen y centros de distribución. Existen distintos tipos de *racks*, cada uno para cubrir distintas necesidades. “La distribución y altura de los *racks* se

determinan en función de las características de los montacargas, de los elementos de almacenaje y de las dimensiones del local".¹

- *Rack Cantiléver*: el sistema Cantiléver es ideal para almacenamiento de tubos, barras, perfiles, maderas y otras cargas industriales, da una flexibilidad ilimitada para necesidades de almacenaje, no hay obstrucciones de cabeceras por la parte frontal o de carga y tiene alta resistencia para soportar densidad de peso.

Figura 26. **Rack Cantiléver**



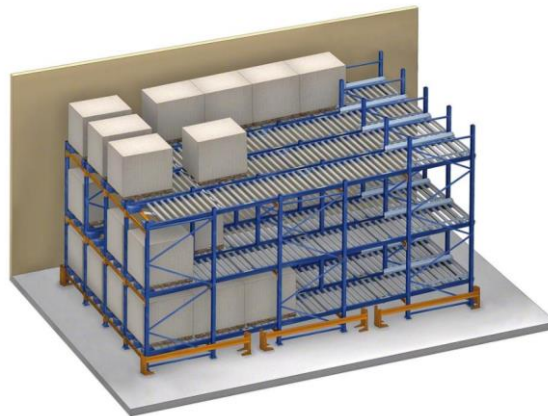
Fuente: *Atlantic Rack*. <https://www.atlanticrack.com/sistemas-de-estanteria-pesada/cantilever/?lang=es>. Consulta: 20 de noviembre de 2017.

- *Rack dinámico*: es un sistema de alta densidad de almacenamiento de primeras entradas y salidas, que reduce sus costos de almacén mientras incrementa su espacio y reduce tiempo de manejo de materiales. Los

¹ *Racks*. <http://wyl-solutions.com/racks/>. Consulta: 15 de noviembre de 2017.

racks incorporan caminos de rodillos o rodajas con una ligera pendiente que permite el deslizamiento de las tarimas, por gravedad y velocidad controlada, hasta el extremo contrario.

Figura 27. **Rack dinámico**



Fuente: *MECALUX*. <https://www.mecalux.com.mx/racks-paletizacion/rack-dinamico>. Consulta: 20 de noviembre de 2017.

- *Rack drive-in*: es un sistema de almacenaje por acumulación que facilita la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura. Este sistema de compactación está compuesto por un conjunto de *racks* que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para las tarimas. *El rack drive-in* se suele utilizar en bodegas donde hay muchos artículos del mismo tipo.

Figura 28. **Rack drive-in:**



Fuente: *MECALUX*. <https://cdn.atlanticrack.com/wp-content/uploads/2017/catalogs/driveinrackcatalog17.pdf>. Consulta: 20 de noviembre de 2017.

- *Rack* selectivo: es el sistema convencional de palatización más comúnmente usado para el almacenaje de producto entarimado, da acceso directo a cualquier tarima de una forma controlada y sistemática, permitiendo seleccionar la tarima deseada. Brinda una solución óptima para almacenes en los que es necesario almacenar productos paletizados con gran variedad de referencias.

Figura 29. **Rack selectivo**



Fuente: YUDITEC. <http://www.yuditec.com/sitio/productos/categoria/32>. Consulta: 21 de noviembre de 2017.

- **Rack estructural:** el *rack* estructural es el sistema de almacenamiento industrial perfecto para aplicaciones que incluyen los almacenes de gran volumen y centros de distribución. Está diseñado para casos que requieran cargas mayores.

Figura 30. **Rack Estructural**



Fuente: GsM Conveyors *The World*. <http://gsmconveyorstheworld.com.mx/productos/racks/rack-estructural/>. Consulta: 15 de noviembre de 2017.

- *Rack push-back*: este sistema aumenta la capacidad de la bodega y permite el almacenamiento de diferentes tipos de productos en cada uno de sus niveles, por lo que la operación se hace rápida, eficaz y de bajo costo. Facilita la selectividad de carga y descarga con un solo operario, desde el pasillo de tránsito, haciendo innecesario introducirse en los túneles.

Figura 31. **Rack Push-Back**



Fuente: MECALUX. <https://www.mecalux.com.mx/racks-paletizacion/rack-push-back>. Consulta: 10 de noviembre de 2017.

- *Rack de doble profundidad*: es una variación del sistema de *rack* selectivo, con la diferencia de poder generar doble profundidad, es decir almacenar dos tarimas de fondo para cada frente de *rack*. Este sistema brinda la ventaja de reducir el número de pasillos requeridos, optimiza las áreas disponibles y aumenta la capacidad de almacenaje, teniendo como único requisito la utilización de un equipo de montacargas que posea extensión para lograr llegar a la segunda tarima de fondo.

Figura 32. **Rack de doble profundidad**



Fuente: *Sistema de doble profundidad*. http://www.integraracks.com/sistema_doble_profundidad.html. Consulta: 15 de diciembre de 2017.

- *Rack* autoportado: es un sistema que forma parte del sistema constructivo del edificio con preparaciones para ser cubierto con muro y techumbre de lámina; crea así un almacén de gran fuerza estructural. Estos *racks* soportan toda la estructura propia de la edificación, ahorrando con ello la construcción del almacén en tiempo y dinero y aprovechando la superficie construida para el almacenamiento de productos pesados o de gran volumen.

Figura 33. **Rack autosoportado**



Fuente: *Sistema autosoportado*. http://www.integra-racks.com/sistema_autoportante.html.

Consulta: 15 de diciembre de 2017.

- **Tarimas:** es una estructura o plataforma constituida esencialmente por dos pisos unidos entre sí por largueros o dados, o por un piso apoyado sobre pies o soporte, cuya altura está reducida al mínimo compatible con la manipulación por medio de montacargas y/o carretillas elevadoras con horquillas, generalmente de madera o plástico, reutilizable, que permite ser manejada y movida por medios mecánicos, como *pallets trucks* o montacargas, la cual se utiliza para colocar sobre ellas los productos o mercancías. Facilita el aprovechamiento del espacio de almacenamiento y de bodega de transporte y las operaciones de manipulación. Existen clases normalizadas en cuanto a material y diseño de construcción y a sus dimensiones. Cada producto y embalaje es diferente y puede requerir diferentes tipos de tarimas para su almacenaje, transporte y manipulación.
- **Tarimas plásticas:** una tarima de plástico es una estructura de transporte que puede sostener una variedad de mercancía de manera estable. Una

tarima de plástico puede llevar fácilmente una carga de 1,000 kilogramos. Ofrecen una gran variedad de características para ser consideradas una excelente opción en un transporte de mercancía, principalmente en una industria alimenticia y farmacéutica. Algunas de las ventajas de las tarimas de plástico es que son apilables, ya que ocupan poco espacio cuando no están en uso, ya que se anidan una sobre otra, son higiénicas porque no anidan microorganismos, no absorben humedad ni malos olores y son fáciles de lavar, eficientes en el manejo de materiales, ya que la entrada del patín o montacargas es por los cuatro lados, protegen al medio ambiente, ya que son elaboradas con materiales reciclables, aumentan la seguridad de sus piezas y empleados, evitan el uso de materiales orgánicos como la madera y el cartón, son reusables, tienen mayor vida útil que las tarimas de madera y brindan mayor durabilidad, resistencia y capacidad. Sus dimensiones pueden ser:

- Tarima de plástico 30" x 32"
- Tarima de plástico 40" x 48"
- Tarima de plástico 45" x 48"

Figura 34. **Tarima de plástico**



Fuente: *Pallet de plástico universal*. <https://cabka-ips.com/es/es/m/plasticpallets-productos/los-detalles-del-producto/pk/Produkt/details/1479/>. Consulta: 18 de diciembre de 2017.

- Tarima de madera: en la actualidad, las formas de estas tarimas pueden ser variadas y todas tienen que ver con la eficiencia al transportar o al estibar productos. Algunas dimensiones son:
 - Tarima de madera 45" x 48"
 - Tarima de madera 48" x 42"
 - Tarima de madera 40" x 48"

Figura 35. **Tarima de madera**



Fuente: Pallet de madera. <http://www.europalet.com/palets-1200-x-1000>. Consulta: 18 de diciembre de 2017.

2.3. Materiales

2.3.1. Tipo de materiales

Los materiales se clasifican en cinco grupos: metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos.

- Metales

Los metales y sus aleaciones, incluyendo acero, aluminio, magnesio, zinc, hierro fundido, titanio, cobre y níquel, generalmente tienen como características una buena conductividad eléctrica y térmica, una resistencia relativamente alta, una alta rigidez, ductilidad o conformabilidad y resistencia al impacto. Los metales se elaboran en formas funcionales aplicando una amplia gama de operaciones de conformado de metal, tanto en frío como en caliente.

- Cerámicos

“Los materiales cerámicos son inorgánicos, materiales no metálicos que constan de elementos metálicos y no metálicos enlazados entre sí principalmente por enlaces iónicos y/o enlaces covalentes.”² La composición química varía considerablemente, desde los compuestos simples hasta mezclas de muchas fases complejas enlazadas. Los cerámicos son fuertes y duros, aunque también muy frágiles o quebradizos, con tenacidad y ductilidad bajas. Las nuevas técnicas de procesamiento han conseguido que los cerámicos sean lo suficientemente resistentes a la fractura. Los cerámicos son generalmente buenos aislantes eléctricos y térmicos debido a la ausencia de electrones de conducción. En general los materiales cerámicos tienen temperaturas de fusión relativamente altas y gran estabilidad química en muchos ambientes hostiles, gracias a la estabilidad de sus enlaces fuertes.

² SMITH, William. *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. P. 573

- Polímeros

Producidos mediante un proceso conocido como polimerización, es decir, creando grandes estructuras moleculares a partir de moléculas orgánicas, los polímeros incluyen el hule, los plásticos y muchos tipos de adhesivos. Los polímeros tienen baja conductividad eléctrica y térmica, reducida resistencia y no son adecuados para utilizarse a temperaturas elevadas. “Los polímeros termoplásticos, en los cuales las largas cadenas moleculares no están conectadas de manera rígida, tienen buena ductilidad y conformabilidad”.³ A los termoplásticos es necesario calentarlos para darles su forma y después enfriarlos, de este modo adquieren y conservan la forma que se les da. Estos materiales pueden llegar a calentarse un cierto número de veces para darles nuevas formas sin que haya un cambio significativo en sus propiedades. Los plásticos termofijos que adquieren una forma permanente y fijados por una reacción química, no se pueden volver a fundir y darles forma de nuevo, ya que se degradan o descomponen cuando se calientan a una temperatura muy alta.

- Semiconductores

Aunque el silicio, el germanio y una variedad de compuestos como el GaAs son muy frágiles, resultan esenciales para aplicaciones electrónicas, de computadoras y de comunicación.

- Materiales compuestos

Los materiales compuestos se forman a partir de dos o más materiales, produciendo propiedades que no se encuentran en ninguno de los materiales

³ ASKELAND, Donald. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. P. 7

de manera individual. La importancia que tienen es que se combinan para formar otro cuyas propiedades son superiores a las de sus componentes individuales. Con materiales compuestos se puede producir materiales ligeros, fuertes, dúctiles, resistentes a altas temperaturas, o bien, se puede producir herramientas de corte, duras y a la vez resistentes al impacto, que de otra manera se harían añicos.

2.3.2. Uso de materiales

- Metales

Son particularmente útiles en aplicaciones estructurales o de carga. Aunque en ocasiones se utilizan metales puros, las combinaciones de metales conocidas como aleaciones proporcionan mejoría en alguna propiedad particularmente deseable o permiten una mejor combinación de propiedades. Uno de los ejemplos más importantes que revela la aplicación de operaciones de conformado de metal es la fabricación de piezas automotrices. Gran variedad de aleaciones metálicas se utiliza para fabricar diversos tipos de engranes. Por ejemplo, los aceros al cromo se usan en engranes de transmisión para automóviles, los aceros cromo-molibdeno se usan en engranes de turbinas de gas para aviones, los aceros al níquel-molibdeno se usan en equipo de excavación o movimientos de tierra. La elección del metal depende de las dimensiones, esfuerzos, las necesidades de potencia y el entorno en el que vayan a funcionar.

- Cerámicos

Debido a sus características deseables, como alta dureza, resistencia al desgaste, estabilidad química, resistencia a altas temperaturas y bajo

coeficiente de expansión térmica, las cerámicas avanzadas han sido seleccionadas como el material más adecuado para múltiples aplicaciones. Entre estas se incluyen sellos, válvulas, intercambiadores de calor, troqueles para perfilar materiales, motores adiabáticos diésel, turbinas de gas, productos médicos y herramientas de corte. El ladrillo, el vidrio, la porcelana, los refractarios y los abrasivos tienen baja conductividad eléctrica y térmica y a menudo son utilizados como aislantes.

- Polímeros

Los polímeros se utilizan en muchas aplicaciones, incluyendo dispositivos electrónicos. Los plásticos forman parte del grupo de los polímeros y son materiales de ingeniería importantes por múltiples razones. Tienen una amplia variedad de propiedades, de las cuales algunas son imposibles de obtener con cualquier otro material, y en la mayoría de los casos su costo es relativamente bajo. El uso de los plásticos en diseños de ingeniería ofrece múltiples ventajas, entre las cuales se incluyen: ahorro de partes debido al diseño de ingeniería con plásticos, menos operaciones de acabado, simplificación del ensamble, menor peso, reducción de ruido y propiedades aislantes. Las aplicaciones eléctricas y electrónicas de los materiales plásticos incluyen conectores, interruptores, relés, unidades de sintonización de TV, formas para bobinas, tableros de circuitos integrados y componentes de computadora.

- Semiconductores

La conductividad eléctrica de estos materiales puede controlarse para su uso en dispositivos electrónicos como transistores, diodos y circuitos integrados. “La información hoy día se transmite por luz a través de sistemas de

fibras ópticas; los semiconductores, que convierten las señales eléctricas en luz y viceversa, son componentes esenciales de estos sistemas.”⁴

- Materiales compuestos

Los vehículos aéreos y aeroespaciales modernos dependen en manera importante de materiales compuestos como los polímeros reforzados de fibra de carbono. El concreto, la madera contrachapada, plásticos reforzados con fibra, asfalto y la fibra de vidrio son ejemplos típicos de materiales compuestos.

2.4. Análisis de desempeño

2.4.1. Optimización de operaciones

La optimización de operaciones es un modelo que combina distintos métodos de ingeniería, administración de operaciones y dirección de operaciones, para poder optimizar los procesos y sus operaciones, utilizando herramientas de mejora continua y permitiendo minimizar riesgos en decisiones estratégicas, anticipar problemas no previstos y evaluando el impacto real operativo de decisiones e inversiones, teniendo en cuenta la escasez de recursos para determinar cómo se puede optimizar un objeto definido, como la maximización de los beneficios o la minimización de costos.

2.4.2. Diagrama de operaciones

Los diagramas de proceso son una familia de representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, empleados para visualizar y

⁴ ASKELAND, op. cit. pág. 9

analizar de manera sistemática dicho proceso o ciclo de trabajo. Muestran en orden cronológico todas las operaciones e inspecciones realizadas durante un proceso, ayudan a comprender el trabajo como un proceso y a identificar en qué parte del proceso está el problema. Es muy importante comprender que cada paso en el proceso crea relaciones o dependencias entre unos y otros para lograr la realización del trabajo. Cada paso del proceso depende en uno o varios proveedores de materiales o servicios y en algunos casos de información o recursos. La simbología utilizada es un círculo para indicar operaciones y un cuadrado para indicar inspecciones o el control de los procesos.

2.4.3. Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia en orden cronológico de un proceso, desglosa el proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse, tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa. En la actualidad los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la implementación de cualquier método o sistema. También ayudan a entender correctamente las diferentes fases de cualquier proceso y su funcionamiento para mejorarlo.

2.4.4. Diagrama de recorrido

Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, que muestra dónde se realizan todas las actividades que aparecen en el diagrama de flujo o en el DAP (Diagnóstico Analítico de Procesos) en general. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el DAP o diagrama de flujo. Cuando se desea

mostrar el movimiento de más de un material o de una persona que interviene en el proceso en análisis sobre el mismo diagrama, cada uno puede ser identificado por líneas de diferentes colores o de diferentes trazos.

Cabe indicar que en este diagrama se pueden hacer dos tipos de análisis:

- a) El primero, de seguimiento al hombre, donde se analizan los movimientos y las actividades de la persona que efectúa la operación.
- b) El segundo, de seguimiento a la pieza, el cual analiza las mecanizaciones, los movimientos y las transformaciones que sufre la materia prima.

El principal objetivo del diagrama de recorrido es determinar y después eliminar o disminuir:

- a) Los retrocesos
- b) Los desplazamientos
- c) Los puntos de acumulación de tránsito

2.4.5. Mudanzas dentro del área de trabajo

Los MUDA, término japonés que significa inutilidad, ociosidad, superfluo, residuos o despilfarro, son conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor de *Just in time*, el sistema de producción de Toyota. Se define como despilfarro todo aquel recurso que se emplea de más respecto a los necesarios para producir bienes o la prestación de un determinado servicio. Existen distintos tipos de MUDAS en una industria, los cuales son:

- Sobreproducción: producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario. Es bastante frecuente la falsa creencia de que es preferible producir grandes lotes para minimizar los costes de producción y almacenarlos en *stock* hasta que el mercado los demande. No obstante, esta mala *praxis* es un claro desperdicio, ya que se utilizan recursos de mano de obra, materias primas y financieros que deberían haberse dedicado a otras cosas más necesarias. Este término tiene referencia a producto terminado y procesos de producción.
- Esperas: la espera es el tiempo durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella y recursos humanos. Las esperas son los cuellos de botella, donde se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar.
- Transporte: cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. Realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta representa un transporte eficaz al 50 %, hay que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa o en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.
- Procesos inapropiados o sobreprocesos: la optimización de los procesos y revisión constante de los mismos es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso. Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que se debe eliminar, y

es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobreproceso no sabe que lo está haciendo.

- Exceso de inventario: se refiere al *stock* acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales, como piezas en proceso o producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso. A menudo un *stock* es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, posibilidades de sufrir daños, tiempo invertido en recuento y control y errores en la calidad escondidos durante más tiempo.
- Movimientos innecesarios: todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Unos ejemplos de movimientos innecesarios son aquellos que incluyen a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios generan aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas (dorso, lumbares y demás dolencias), así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.
- Defectos: los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que se consumen

materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo pueden provocar insatisfacción en el cliente.

2.4.6. Análisis financiero

“El análisis significa la categorización, ordenamiento, manipulación y resumen de datos, para responder a las preguntas de investigación. El propósito del análisis es reducir los datos en una forma entendible e interpretable para que las relaciones de los problemas de investigación puedan ser estudiadas y aprobadas.”⁵ Es importante indicar que el análisis financiero no solo se refiere a las empresas, ya que otros tipos de organizaciones también lo utilizan. Por ejemplo, las dependencias administrativas del gobierno, la iglesia y otro tipo de organizaciones necesitan hacer análisis financiero. Puede decirse que una organización es un sistema que actúa conforme lo hacen sus subsistemas, pero también depende de las condiciones del entorno. El desempeño de una empresa está determinado por el funcionamiento de cada uno de sus subsistemas: producción, ventas, finanzas, dirección, contabilidad, compras, y por los elementos del entorno donde interactúa: inflación, tipo de cambio, tasa de interés, situación política, leyes.

El análisis financiero de una organización considera cada uno de los elementos y características que influyen directa e indirectamente en el desempeño financiero de la misma, su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario obtenida, para poder realizar una evaluación económica. Los datos utilizados son costos de inversión, capital de trabajo, costos de operación y mantenimiento, ingresos y tipo de financiamiento. Cada uno de estos costos se subdivide de la siguiente manera:

⁵ GARCIA PADILLA, Víctor. *Análisis financiero. Un enfoque integral*. P. 3

Costos de inversión:

- Terrenos
- Infraestructura
- Maquinaria y equipo
- Mobiliario y equipo de oficina
- Gastos legales y de organización
- Licencias y patentes
- Gastos de instalación

Capital de trabajo:

- Inventario
- Productos en proceso y producto terminado
- Suministros y repuestos
- Materia prima existente

Costos de operación y mantenimiento:

- Materia prima
- Mano de obra
- Energía eléctrica, agua, teléfono
- Renta
- Seguridad

2.4.6.1. Relación beneficio / costo

Es una técnica que pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración monetaria de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc. Produce un resultado para determinar la conveniencia de un proyecto analizándolo en forma individual, es decir, para establecer que un proyecto es bueno, pero no precisamente mejor que otro.

- Si la relación beneficio / costo es mayor o igual a 1.0 se considera que el proyecto debe ser financiado.
- Si la relación beneficio / costo es menor que 1.0 no se debe financiar el proyecto.

2.5. Logística

La logística es un conjunto de acciones de planificación, gestión, organización de los flujos de mercadería, energía e información. Determina la capacidad de toma rápida de decisiones ante imprevistos, dirigidas a la mejor aplicación de los recursos. Son todos aquellos medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio.

La logística es una actividad empresarial que tiene como finalidad planificar y gestionar todas las operaciones relacionadas con el flujo óptimo de materias primas, productos semielaborados y productos terminados, desde las fuentes de aprovisionamiento hasta el consumidor final.

2.5.1. Funciones de la logística

El proceso logístico se compone de una serie de fases o etapas que se suceden en cadena y dependen del tipo de producto y las actividades de la empresa que intervienen. La función principal de la logística consiste en planificar y gestionar todas las operaciones relacionadas con el flujo óptimo de mercancías o materias primas y productos elaborados, desde las fuentes de aprovisionamiento hasta el consumidor final.

2.5.1.1. Empresas industriales

Los materiales que componen el *stock* en la empresa industrial son muchos y variados; también pasan muchas fases de transformación y los flujos que se producen en los distintos almacenes son muy frecuentes. Por eso el proceso logístico es más complejo debido a las distintas fuentes de aprovisionamiento. En este tipo de empresas las funciones logísticas se dividen en cuatro grupos:

- **Aprovisionamiento:** “Gestión de materiales entre los puntos de adquisición y las plantas de procesado que posea”.⁶ Consiste en seleccionar los proveedores más eficientes para suministrar al centro de producción las materias primas, las piezas o los elementos que mejor respondan al ritmo y volumen de producción, garantizando el mínimo coste.

⁶ CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Logística. Gestión de la cadena de suministros*. P. 532

- Producción: implica organizar todos los medios de producción: físicos, humanos y actividades de elaboración o transformación. Es la gestión de las operaciones productivas de las diferentes plantas.
- Distribución comercial: consiste en adecuar el almacén y el medio de transporte. Las actividades logísticas respecto al almacenaje se centran en estudiar la ubicación óptima del local, distribuir los espacios, colocar los productos en el lugar apropiados, gestionar el *stock*, etc. La logística aplicada en el transporte establece los criterios para seleccionar los medios y optimizar las rutas.
- Servicio de posventa: es esencial para que la empresa se pueda mantener en el mercado y esto solo será posible mediante la satisfacción de los clientes. Las actividades logísticas de servicio al cliente se centran en estudiar las necesidades del cliente, gestionar los pedidos y las devoluciones, establecer los servicios posventa de productos de uso duradero, etc.

2.5.1.2. Empresas comerciales

Las empresas comerciales centran su actividad en las funciones de aprovisionamiento y distribución. Los productos o mercancías son bienes adquiridos con el fin de revenderlos a terceros sin transformación previa. Las funciones de la logística que están relacionadas con el flujo de materiales varían de una empresa a otra, dependiente de factores como la estructura, organización o tamaño de la empresa.

Las empresas mayoristas compran directamente del fabricante y la reventa se dirige, principalmente, hacia empresas detallistas o puntos de venta.

Por otra parte, las empresas detallistas pueden comprar al fabricante o al mayorista y las ventas se dirigen al consumidor final.

2.5.1.3. Empresas de servicios

Este tipo de empresas centran sus funciones en satisfacer las necesidades de los clientes, a través de los servicios que prestan. Los bienes que adquieren son para llevar a cabo la actividad que realizan al ser de uso; generalmente, no se almacenan. “Las funciones logísticas en el proceso de aprovisionamiento y en el proceso distribución son muy similares y es por eso que la logística las integra y da así un alto grado de flexibilidad y rapidez de respuesta a las demandas del mercado.”⁷ Las actividades fundamentales del aprovisionamiento y distribución son:

- Procesado de pedidos: desde aquí se originan los movimientos del producto y el cumplimiento de los servicios solicitados.
- Gestión de inventarios: su objetivo primordial es proporcionar la requerida disponibilidad de los productos que solicita la demanda.
- Transporte: necesaria para poder trasladar los materiales o productos propios, así como los productos finales.
- Compras: en esta se determinan las cantidades que se han de adquirir, el momento de efectuar las adquisiciones y la planificación del producto.

⁷ CUATRECASAS ARBÓS, op. cit., p. 532

- Almacenamiento: conlleva decisiones asociadas, tales como la determinación del espacio requerido, el diseño y la configuración de los almacenes y la disposición de los productos en su interior.
- Tratamiento de mercancías: implica la selección del equipo de manipulación y el detalle de los procedimientos de preparación de los pedidos y de devolución de los productos defectuosos.
- Gestión de la información: abarca la recogida, el almacenamiento, el tratamiento y el análisis de datos necesarios para desarrollar la planificación y el control, esto da soporte al sistema logístico.

2.5.2. Objetivos de la logística

La logística tiene como objetivo principal satisfacer la demanda en las mejores condiciones de servicio, coste y calidad. Garantizar la calidad del producto y/o servicio es una ventaja competitiva y reducir costes permite aumentar el beneficio de la empresa; por ello la logística se encarga de gestionar los medios necesarios: locales, medios de transporte, programas de gestión, etc., y movilizar los recursos humanos y financieros más adecuados. Por tanto, se puede decir que el objetivo de la logística es conseguir que los productos y los servicios adecuados estén en los lugares apropiados en el momento preciso y en las condiciones exigidas. Para llegar a cumplir con este objetivo principal es importante cumplir con una serie de objetivos:

- Adquirir los materiales en las condiciones más adecuadas, de esta forma se evita realizar operaciones de desembalaje, preparación y adaptación posterior.

- Reducir los costes de transporte, realizando agrupación de cargas y minimizando etapas y distancias en el recorrido.
- Reducir los costes de manipulación, procurando cambiar la mercancía de lugar al menor número de veces.
- Reducir los grupos de clasificación del *stock*, así como minimizar el volumen, el espacio y el número de recintos destinados a almacenaje.
- Reducir el número de revisiones y control de existencias, haciendo las necesarias y de la forma más fácil y cómoda posible.

2.5.3. Cadena logística

La cadena logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que controla el flujo y almacenamiento de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado.

2.5.3.1. Actividades asociadas

La administración de la cadena de suministros es un término que encierra la esencia de la logística integrada. El manejo de la cadena enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de *marketing*, logística y producción de una empresa. En general, una sola empresa no es capaz de controlar todo su canal de flujo de producto, desde la fuente de la materia prima hasta los productos de consumo final, aunque esto sería una oportunidad emergente.

“La dirección de la logística de los negocios se conoce ahora popularmente como dirección de la cadena de suministros. Se usan otros términos, como redes de valor, corrientes de valor y logística ágil para describir un alcance y un propósito parecidos.”⁸ Los agentes que es posible encontrar dentro del flujo de la cadena logística son:

- Los proveedores son personas físicas o jurídicas que abastecen a otras empresas con existencias o servicios. Una empresa es una entidad con ánimo de lucro que tiene como principal fin la comercialización, distribución o elaboración de servicios o productos.
- Los clientes son personas que acceden a un producto o servicio a partir de un pago.
- Empresas de transporte son las entidades dedicadas a actividades industriales, mercantiles o de servicios que tienen como principal fin el transporte de mercancías o personas.
- Los almacenes de tránsito están creados para atender a las necesidades de transporte y ayudan a disminuir los costes de almacenamiento con mayores volúmenes transportados.
- Las centrales de compra y distribución son entidades que prestan servicios y actividades a empresas independientes para mejorar su posición competitiva en el mercado.

En la cadena logística es importante apoyarse de una serie de elementos que facilitarán la tarea de poner a disposición de los clientes los productos demandados.

⁸ DÍEZ DE LOS RÍOS, Javier. *Optimización de la cadena logística*. P. 14.

- Elementos organizativos: son los que ayudan en la organización de la mercancía. Un ejemplo sería las estanterías que están en el almacén y que tienen la mercancía que se tendrá que transportarse.
- Materiales tecnológicos: son aquellos que ayudan a organizar la información, como etiquetas y afiches.
- Materiales informáticos: son los que organizarán la información, computadoras, programas, etc.

2.6. Teoría de inventarios

El inventario es la verificación y control de los materiales o bienes patrimoniales de la empresa. Este se realiza para regularizar la cuenta de existencias contables con la que se conocen los registros, para calcular si se han tenido pérdidas o beneficios.

2.6.1. Tipos de inventarios

- Materias primas y componentes: comprende todas las materias primas y componentes que se utilizan para la fabricación y producción de productos terminados, pero que todavía no han sido procesados.
- Productos terminados: son todos los productos terminados que el departamento de producción envía para su almacenamiento y todos los artículos que están a la venta. Este tipo de inventario estará condicionado por la demanda que los productos tengan en el mercado.

- Inventario de producto en proceso: son aquellos productos que están en un proceso intermedio de fabricación, artículos que se deben ensamblar durante este ciclo que son inventariados durante el proceso.
- Inventario de previsión: consiste en la realización de un inventario de aquellos productos que vienen a cubrir una necesidad futura perfectamente definida.
- Inventario de seguridad: es aquel inventario del cual se dispone para responder a las posibles fluctuaciones de la demanda y/o a los retrasos que puedan presentarse en los procesos de reabastecimiento por parte de los proveedores. Se realiza para prevenir cualquier tipo de necesidad que se pudiera tener en el almacén de materias primas.

2.6.2. Modelos de inventario

El inventario permite verificar las diferencias entre los registros de existencias y las existencias físicas, así como las diferencias entre las existencias físicas contables en valores monetarios. El objetivo de los modelos de inventario radica en definir el nivel de inventario, definir en qué instante se deben efectuar los pedidos del producto y la cantidad que se debe pedir. Con esto se busca minimizar los costes totales y satisfacer la demanda.

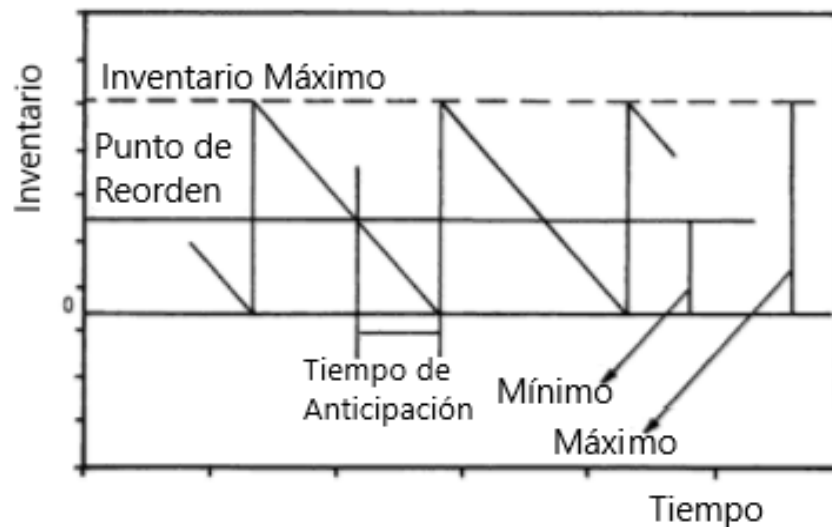
2.6.2.1. Modelo determinista

En este tipo de modelo la demanda es constante y conocida en el tiempo, se sabe en todo momento qué tipo de demanda exigen los clientes. Este modelo, al momento de realizar una orden de pedido, es muy fiable y rápido, porque se tiene constancia de la disponibilidad de dichas existencias por medio

de su demanda. La única variable a saber es la relativa a la cantidad de pedido, para lo cual se utiliza el lote económico de pedido. Existen cuatro modelos básicos de inventario:

- Modelo de compra sin pedidos pendientes: este tipo de modelo se da cuando la bodega comienza a vaciarse y la cantidad disponible de inventario ha llegado a su punto de reorden, a partir de esto se coloca un pedido que tardará algún tiempo en recibirse. Mientras tanto, se consume el inventario que queda en el almacén, abajo del punto de reorden.

Figura 36. **Modelo de compra sin pedidos pendientes**

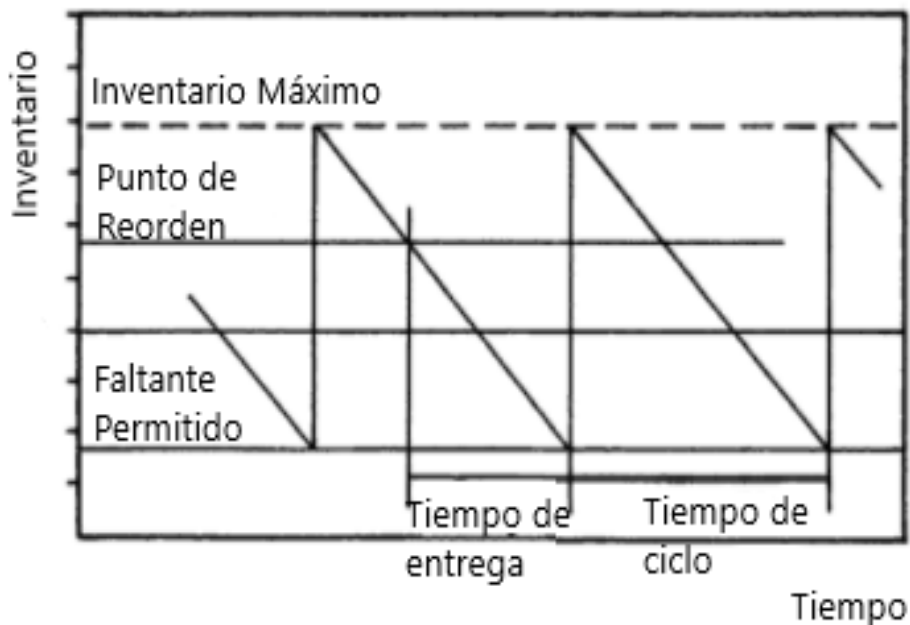


Fuente: MOYA NAVARRO, Marcos. *Investigación de operaciones*. P. 37

- Modelo de compra con faltantes o con pedidos pendientes: este modelo funciona de manera similar al modelo de compra sin faltante. La diferencia está en que en este modelo es necesario introducir dos

nuevos costos. El primero es el costo del déficit o pedido pendiente. Este costo es el que ocurre durante el período en que no se tienen existencias disponibles. El segundo costo por ventas perdidas, que se origina cuando se le dice al cliente que no hay existencias disponibles para surtirle el pedido, por lo que se pierde este cliente.

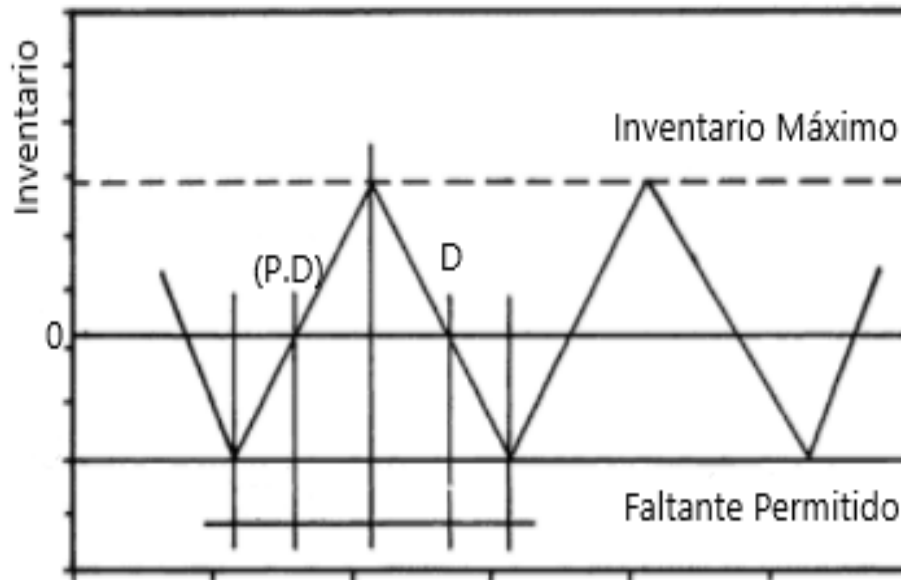
Figura 37. **Modelo de compra con faltantes**



Fuente: MOYA NAVARRO, Marcos. Investigación de operaciones. P. 45.

- Modelo de producción con faltantes o con pedidos pendientes: el funcionamiento de este sistema de inventario se basa en que el usuario hace un pedido, pero al momento de realizarlo se le indica que no hay existencias disponibles. A pesar de esto el usuario decide esperar a que se produzcan nuevas existencias y una vez el inventario se produzca se entregue el pedido.

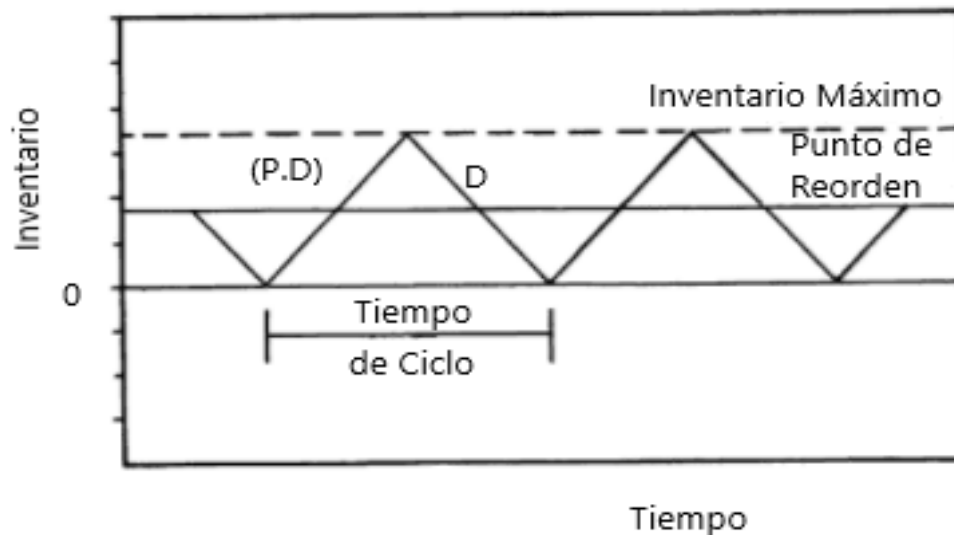
Figura 38. **Modelo de producción con faltantes**



Fuente: MOYA NAVARRO, Marcos. Investigación de operaciones. P. 49

- Modelo de producción sin déficit o sin pedidos pendientes: este modelo es muy similar al modelo de compra sin déficit, a excepción que en este existe un costo relacionado a iniciar una producción y no una compra. Dentro de este modelo no se admiten faltantes, existen costos por mantener inventario y por orden de producción. De igual manera la demanda se efectúa a tasa constante.

Figura 39. **Modelo de producción sin déficit**



Fuente: MOYA NAVARRO, Marcos. Investigación de operaciones. P. 55

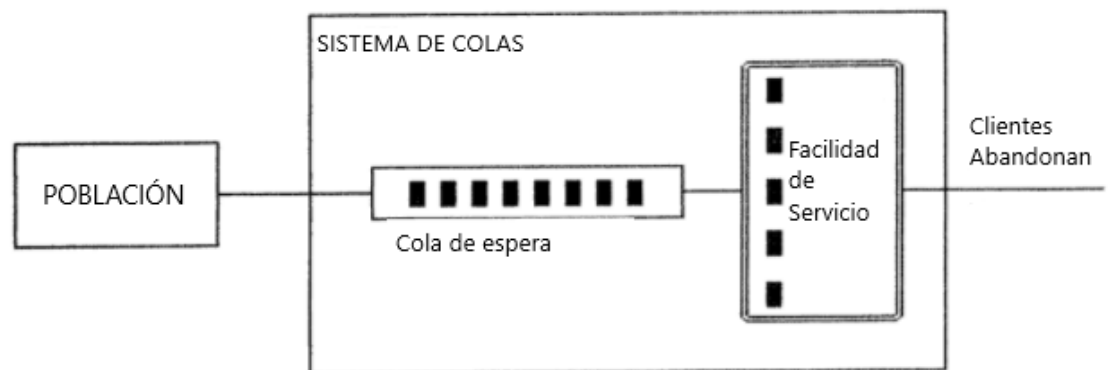
2.6.2.2. **Modelo probabilístico**

Este modelo permite faltantes en la demanda, la política requiere que cuando la demanda no es conocida y por lo tanto se necesita un *stock* de seguridad, se lanza la orden de pedido hasta que las existencias sean consumidas. El nivel de reorden es una función del tiempo de entrega, entre colocar y recibir un pedido. El modelo supone que la demanda no satisfecha durante el tiempo de entrega se acumula, no se permite más de una orden pendiente y la distribución de la demanda durante el tiempo de entrega permanece estacionaria con el tiempo.

2.6.3. Teoría de colas

La teoría de colas es un área de la Investigación de Operaciones que estudia los sistemas que tienen que ver con clientes que necesitan un servicio, llegan a las instalaciones físicas donde se brinda ese servicio requerido y esperan mientras son atendidos. Después de recibido el servicio, se marchan de las instalaciones.

Figura 40. Teoría de colas



Fuente: MOYA NAVARRO, Marcos. *Investigación de operaciones*. P. 75

Componentes de un sistema de colas:

- Población: la conforman todos los clientes potenciales del sistema, que después requerirán de algún servicio que brinda este sistema. Su principal característica es su tamaño, el cual puede ser finito o infinito. Los clientes que requieren servicio se acercan a las instalaciones donde se brinda, siguiendo un determinado patrón probabilístico de tiempo entre llegadas.

- Cola o línea de espera: está compuesta por todos los clientes que esperan por servicio dentro del sistema. Al igual que para la población, su principal característica es su tamaño, puede ser finita o infinita. Existen distintas reglas de servicio para los clientes que ya están en cola, la primera disciplina de cola es PEPS, que significa primero en entrar, primero en salir, que garantiza al primer cliente que llega será el primero en ser atendido. También se presenta la disciplina UEPS, que indica que el último cliente en llegar será el primero en ser atendido. Por último, esta SEOA, indica que el próximo cliente a ser atendido será capturado al azar por la facilidad de servicio.

2.6.3.1. Modelos de cola

La mayor parte de los modelos de colas estocásticas asumen que el tiempo entre diferentes llegadas de clientes sigue una distribución exponencial. O, lo que es lo mismo, que el ritmo de llegada sigue una distribución de *Poisson*. Adoptar la distribución de *Poisson* implica que la probabilidad de que lleguen n clientes en un intervalo de tiempo t es: el número de llegadas en intervalos de tiempo no superpuestos es estadísticamente independiente, o la distribución estadística del número de llegadas en intervalos de tiempo iguales es estadísticamente equivalente.

- Modelo M/M/1: se tiene un sistema de llegadas que se producen según un proceso de *Poisson*, donde los tiempos entre llegadas estarán distribuidos exponencialmente. Se posee un único servidor en el sistema, la capacidad es infinita y la disciplina del sistema será FIFO.
- Modelo M/M/1/K: se tiene un sistema de llegadas que se producen según un proceso de *Poisson*, los tiempos entre servicios son distribuidos de manera exponencial donde existe un único medio de clientes que el

servidor es capaz de atender por unidad de tiempo. Se posee un único servidor en el sistema y su capacidad es finita, expresada por la constante K . En este sistema debe considerarse que se está limitando el número de clientes que van a poder entrar a la cola, es decir si la cola estuviera llena los clientes que llegaran después serían rechazados.

- Modelo $M/M/c$: se tiene un sistema de llegadas que se producen según un proceso de *Poisson*, donde los tiempos de llegadas estarán distribuidos exponencialmente y existe un número de paquetes que el servidor es capaz de atender por unidad de tiempo. Existen distintos números de servidores en el sistema y se denotarán con la constante c . La capacidad del sistema es infinita y con disciplina FIFO. Este sistema, al igual que el sistema $M/M/1$, presenta una capacidad infinita, por lo cual se establece una condición de no saturación para alcanzar el estado estable, ya que de esta manera se cuida que el número de clientes no crezca indefinidamente.

2.7. Seguridad industrial

La seguridad industrial u ocupacional es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores por razones de su actividad laboral. El objetivo de la seguridad industrial es preservar la salud, integridad física y la vida de los colaboradores, resguardando a su vez los recursos con los que cuenta la empresa como maquinaria, herramientas, equipo y materia prima. La seguridad industrial busca evitar pérdidas económicas, por compensación de perjuicios, y sociales, resultantes de accidentes laborales que puedan afectar la credibilidad e imagen de la empresa y el desarrollo de las demás actividades.

2.7.1. Equipos de protección personal

Se entiende por EPP cualquier equipo destinado a ser utilizado por el trabajador para la protección de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o salud, así como cualquier complemento destinado al mismo fin. Estos no tienen por finalidad realizar una tarea o actividad sino proteger de los riesgos que presenta la tarea o actividad.

Los EPP incluyen elementos de protección del trabajador, cuya eficacia depende de su correcta elección y de un mantenimiento adecuado. El equipo de protección personal se divide según su uso en:

Protectores de la cabeza:

- Cascos de protección contra choques e impactos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.).
- Cascos para usos especiales (fuego, productos químicos, etc.).

Protectores del oído:

- Protectores auditivos tipo “tapones”
- Protectores auditivos desechables o reutilizables
- Protectores auditivos tipo orejeras
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación

Protectores de ojos y de la cara:

- Gafas
- Pantallas faciales
- Pantallas para soldadura

Protección de las vías respiratorias:

- Equipos filtrantes de partículas
- Equipo filtrante frente a gases o vapores
- Equipos filtrantes mixtos
- Equipos aislantes con suministro de aire
- Mascarillas

Protectores de manos y brazos:

- Guante contra agresiones mecánicas
- Guante contra agresiones químicas
- Guante con protección eléctrica y/o térmica
- Manoplas
- Maguitos y mangas

Protectores de pies y piernas:

- Calzado de seguridad
- Calzado de protección
- Calzado de protección contra calor o frío
- Calzado dieléctrico

- Suelas amovibles
- Rodilleras

Protector de la piel:

- Cremas de protección
- Bloqueador solar

Protector de tronco y abdomen:

- Chalecos refractivos
- Chalecos termógenos
- Mandiles de protección contra los rayos X
- Cinturones de fuerza
- Fajas y cinturones antivibraciones

Protección total del cuerpo:

- Equipos de protección contra caídas de altura.
- Arnese.
- Cinturones de sujeción.
- Dispositivos anticaídas con amortiguador.
- Ropa de protección contra agresiones mecánicas o químicas
- Ropa contra metales en fusión, radiaciones, calor intenso, bajas temperaturas o contaminación radiactiva.

2.7.2. Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

Para alcanzar los objetivos de la seguridad industrial se utiliza la planificación, el control, la dirección y la administración de programas, mediante la aplicación de normas dirigidas a proporcionar condiciones adecuadas para el trabajo y capacitación. La seguridad industrial significa más que una situación de seguridad física, se involucra una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importante y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral, por ello debe haber interés gerencial y el compromiso de todos los involucrados.

El Plan de Salud Ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución de actividades de seguridad e higiene industrial, que tienen como objetivo mantener y mejorar la salud de los trabajadores en las empresas. Todas las empresas tienen factores de riesgo relacionados a su labor, es por esto que por pequeña que sea la organización requiere del desarrollo de un Programa de Salud Ocupacional. Los objetivos del Plan son definir las actividades de promoción y prevención que permitan mejorar las condiciones de trabajo y de salud de los empleados e identificar el origen de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, así como controlar los factores de riesgo relacionados.

La estructura que tiene un Plan de Salud y Seguridad ocupacional es la siguiente:

1. Política: lineamientos generales establecidos por la Gerencia General de la empresa que permiten orientar acciones para determinar las características y alcances de los programas de Salud Ocupacional.

2. Objetivo general: lo que se busca alcanzar a través de la ejecución e implementación.
3. Estructura organizacional: generalidades de la empresa, organización del trabajo, organigrama, organización de la salud ocupacional.
4. Planeación, organización y ejecución: objetivos específicos, control sobre condiciones de trabajo, control sobre condiciones de salud y cronograma (qué, quién, cómo, cuándo, cuánto).
5. Evaluación a través de indicadores.

2.7.3. Accidentes laborales

Muchos de los riesgos en la industria ocurren como accidentes imprevistos, a causa de las actividades inadecuadas de operación y mantenimiento. Es el papel de la evaluación del impacto ambiental y de la evaluación de los riesgos mayores hacer resaltar el potencial de estos accidentes, anticipando la peor serie de eventos que podrían provocarse y preparando planes de manejo y monitoreo a fin de reducir al mínimo los riesgos. Se puede definir que un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo a lo demás igual. No cumplir con los objetivos planteados y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que se vuelva un sistema ineficiente.

Los accidentes ocurren porque la gente comete actos incorrectos o porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. No todas las acciones inseguras y condiciones inseguras producen accidentes, pero la repetición y permanencia de un acto incorrecto o una condición insegura puede producir un accidente. El principio de la prevención de los accidentes señala que todos los accidentes tienen causas

que los originan y que se pueden evitar al identificar y controlar las causas que los producen.

Causas directas:

- Origen humano (acción insegura): son las acciones o falta de acciones de la persona que trabaja, lo que puede llevar a la ocurrencia de un accidente.
- Origen ambiental (condición insegura): definida como cualquier condición del ambiente laboral que puede contribuir a la ocurrencia de un accidente.

Causas básicas:

- Origen humano: explican por qué la gente no actúa como debiera.

No saber: desconocimiento de la tarea (por imitación, por inexperiencia, por improvisación y/o falta de destreza).

No poder: incapacidad física (incapacidad visual, incapacidad auditiva), incapacidad mental o reacciones sicomotoras inadecuadas. Temporal: adicción al alcohol y fatiga física.

No querer:

- Motivación: apreciación errónea del riesgo, experiencias y hábitos anteriores.

- Frustración: estado de mayor tensión o mayor agresividad del trabajador.
 - Regresión: irresponsabilidad y conducta infantil del trabajador.
 - Fijación: resistencia a cambios de hábitos laborales.
- Origen ambiental: esta causa origina las condiciones inseguras por normas inexistentes o normas inadecuadas. Desgaste normal de maquinarias e instalaciones causado por el uso o su diseño, fabricación e instalación defectuosa de maquinaria y el uso anormal de maquinarias e instalaciones.

Tipos de accidentes: entre los principales tipos de accidentes tenemos:

- Golpes por o con objetos estacionados, en movimiento y proyecciones de partículas.
- Golpes contra objetos que sobresalen, áreas estrechas, trabajos con exceso de fuerza física.
- Caídas mismo nivel. Tropiezos con objetos mal dispuestos en pisos.
- Caídas distinto nivel. Andamios o pisos superiores.
- Contacto con equipos eléctricos, sustancias químicas, elementos cortantes.
- Atrapamientos dos objetos en movimiento, uno en movimiento otro detenido.
- Exposición a gases tóxicos, radiaciones, ruidos, calor, frío.
- Sobreesfuerzo al manipular materiales y posturas incorrectas.

Reconocer los diferentes tipos de accidentes permite incrementar el conocimiento de potenciales accidentes, determinar mejor las medidas

específicas de prevención contra accidentes e identificar de manera óptima los problemas específicos.

2.7.4. Señalización

Es la indicación a través de diferentes estímulos que busca condicionar la actuación de las personas ante determinadas circunstancias. El objetivo de la señalización es dar información y constituye un elemento muy eficaz en la prevención de accidentes. Con la señalización se identifican riesgos de forma permanente, se localiza e indica el lugar donde se encuentran y se dan instrucciones sobre cómo actuar en determinadas situaciones. Existen diversos tipos de señales visuales, de acuerdo al mensaje que se desea transmitir. Las señales pueden ser ópticas, acústicas, olfativas o táctiles, siendo las más utilizadas en la industria las señales ópticas, que pueden ser gráficas, luminosas o gestuales.

Las señales gráficas para seguridad están estandarizadas y es la forma más utilizada de señalización. “Son formas geométricas con color y símbolo que proporcionan información referente a seguridad, deben tener un tamaño adecuado y estar ubicadas en un lugar visible y donde tenga impacto el mensaje”.⁹ Por su forma las señales pueden ser:

- Las señales de prohibición son circulares, con pictogramas negros sobre fondo blanco con borde rojo. Prohíben las actividades que ponen en peligro la salud.

⁹ GODOY CASTAÑEDA, Amalía. *Manual de seguridad industrial para una planta de extracción de aceites esenciales*. P. 33

Figura 41. Señales de prohibición



Fuente: *Seguridad e higiene*. <http://seguridadehigiene126.blogspot.com/2016/09/senales-de-prohibicion.html>. Consulta: 5 de enero de 2018.

- Las señales de obligación son circulares con pictogramas blancos y fondo azul. Indican que hay que utilizar protecciones para evitar accidentes.

Figura 42. **Señales de obligación**



Fuente: *Señalización en el aula-taller.*

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=24955>. Consulta: 10 de enero de 2018.

- Triangulares, para advertencias. Son señales triangulares con pictogramas negros en fondo amarillo y bordes negros. Avisan del peligro que implica la utilización de alguna herramienta o de algunas sustancias.

Figura 43. Señales de advertencia



Fuente: *Señalización en el aula-taller.*

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=24955>. Consulta: 10 de enero de 2018.

- Rectangulares o cuadrados para señales de salvamento o complementarias. Las señales de evacuación y socorro son señales rectangulares o cuadradas con pictogramas blancos sobre fondo verde.

Figura 44. **Señales de salvamento**



Fuente: *Señalización en el aula-taller.*

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=24955>. Consulta: 10 de enero de 2018.

Al igual que la forma, el color ofrece información al que ve la señal para mejor interpretación. Estas están compuestas por dos colores, el de seguridad y el de contraste, que mejora la visibilidad de la señal y resalta su contenido.

Tabla I. **Colores de seguridad**

Color de seguridad	Color de contraste	Color de símbolo
Rojo	Blanco	Negro
Amarillo	Negro	Negro
Verde	Blanco	Blanco
Azul	Blanco	Blanco

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

3.1. Proyectos en ejecución

3.1.1. Tipos de proyectos

- Reordenamiento de fusibles: este proyecto consiste en la medición de altura del herraje en poste según la norma o de cambio de altura si no se encontrara en norma, lo cual indica que se debe dejar de 5,35 en calle y para cruce de calle es 5,65. Adicional a esto se realiza la colocación de fusibles, según sea la dirección de los cables en postes, y retiro de brazo, acero o cables si estuvieran en el poste sin uso.
- Transferencias y desmontajes: este proyecto consiste en realizar transferencias o migraciones de usuario de una red trocal antigua a una nueva red, es decir cambiar la instalación de un usuario de la red antigua a una red nueva. Como consecuencia se debe desmontar o retirar toda la red antigua para luego realizar una inyección que incluye activos y cable coaxial.

3.1.2. Áreas involucradas

3.1.2.1. Área operativa

Esta área es la encargada de ejecutar el trabajo en campo, se encuentra conformada por el supervisor de campo y la cuadrilla de trabajo. Cada cuadrilla de trabajo se encuentra conformada por 3 técnicos y un jefe de grupo. Estas

cuadrillas se desplazan según la necesidad del proyecto, ya que se ejecutan proyectos tanto a nivel metropolitano como departamental. Para que las operaciones se desarrollen sin ningún inconveniente es necesario que estas cuadrillas cuenten con un vehículo para su desplazamiento, las herramientas necesarias y, sobre todo, equipo de protección personal. Esta es el área encargada de utilizar o instalar los materiales solicitados al área administrativa y despachados por el área de bodega.

3.1.2.2. Área administrativa

Para el desarrollo de todos los trabajos y proyectos es necesario contar con el área administrativa, ya que esta es la encargada de realizar todos los informes y llevar todos los controles necesarios para garantizar el desarrollo de la producción. El área administrativa está compuesta por el jefe de proyecto, coordinadora administrativa, dibujante y auxiliar administrativo. A esta área llegan todas las solicitudes de materiales realizadas por el área operativa y es la encargada de autorizar los pedidos y enviar esta autorización al área de bodega.

3.1.2.3. Área de almacén

Esta área es la encargada de mantener el control de todos los materiales, que se dividen en dos: los que son proporcionados por los clientes para la ejecución de sus proyectos y los que se adquieren a través del proceso de compra. Esta área es la encargada de proporcionar materiales a las cuadrillas de trabajo, a través del análisis de las cantidades existentes en almacén, la cantidad de material brindando y la demanda de trabajo.

3.1.3. Tiempos y costos de ejecución

Los tiempos y costos de ejecución de las actividades relacionadas a bodega van relacionados al tipo de proyecto.

- Reordenamiento de fusibles: los tiempos y costos de ejecución de los pedidos del proyecto de reordenamiento se desglosan en las siguientes actividades. El porcentaje de tiempos toma como 100 % un total de dos días de jornada diurna.

Tabla II. **Porcentajes de tiempo y costo de actividades totales del proyecto de reordenamiento de fusibles**

	Actividad	Tiempo	Costo
1	Solicitud de material por parte de la cuadrilla de trabajo	3%	3%
2	Recepción de solicitud de material por parte de supervisor de proyecto	5%	5%
3	Verificación de solicitud de material por parte de supervisor de proyecto	15%	15%
4	Envío de verificación por parte del supervisor al jefe de proyecto	5%	5%
5	Autorización de despacho por parte del jefe de proyecto	10%	25%
6	Recepción de autorización por parte de encargado de bodega	5%	5%
7	Preparación de pedido por parte de bodeguero	30%	22%
8	Entrega de pedido a cuadrilla de trabajo	27%	20%
		100%	100%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

- Transferencia y desmontaje: los tiempos y costos de ejecución de los pedidos del proyecto de transferencia y desmontaje se desglosan en las siguientes actividades. El porcentaje de tiempos toma como 100 % un total de dos días de jornada diurna.

Tabla III. **Porcentajes de tiempo y costo de actividades totales del proyecto de transferencia y desmontaje**

	Actividad	Tiempo	Costo
1	Solicitud de material por parte de la cuadrilla de trabajo	3%	3%
2	Recepción de solicitud de material por parte de supervisor de proyecto	5%	5%
3	Verificación de solicitud de material por parte de supervisor de proyecto	15%	15%
4	Envío de verificación por parte del supervisor al jefe de proyecto	5%	5%
5	Autorización de despacho por parte del jefe de proyecto	10%	25%
6	Recepción de autorización por parte de encargado de bodega	5%	5%
7	Preparación de pedido por parte de bodeguero	30%	22%
8	Entrega de pedido a cuadrilla de trabajo	27%	20%
		100%	100%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.2. Descripción de equipos e instalaciones

3.2.1. Estanterías

Actualmente la empresa cuenta con dos estanterías de tres niveles cada una, cada nivel se encuentra compuesto por cinco bloques de 2,5 m de largo por 1 m de ancho y 1 m de alto. Actualmente su uso no es eficiente debido a que no existe una correcta asignación de los espacios con los cuales cuenta esta estructura.

Figura 45. Estanterías



Fuente: área de distribución, CONECTIVA.

3.2.2. Pasillos

La bodega cuenta con un pasillo entre las dos estanterías y lo demás es área libre. Las medidas del pasillo son 1 metro de ancho por 12,5 metros de largo. Debido a las dimensiones de dicho pasillo, la movilización dentro de este se dificulta e imposibilita el uso de montacargas.

Figura 46. Pasillos de área de distribución

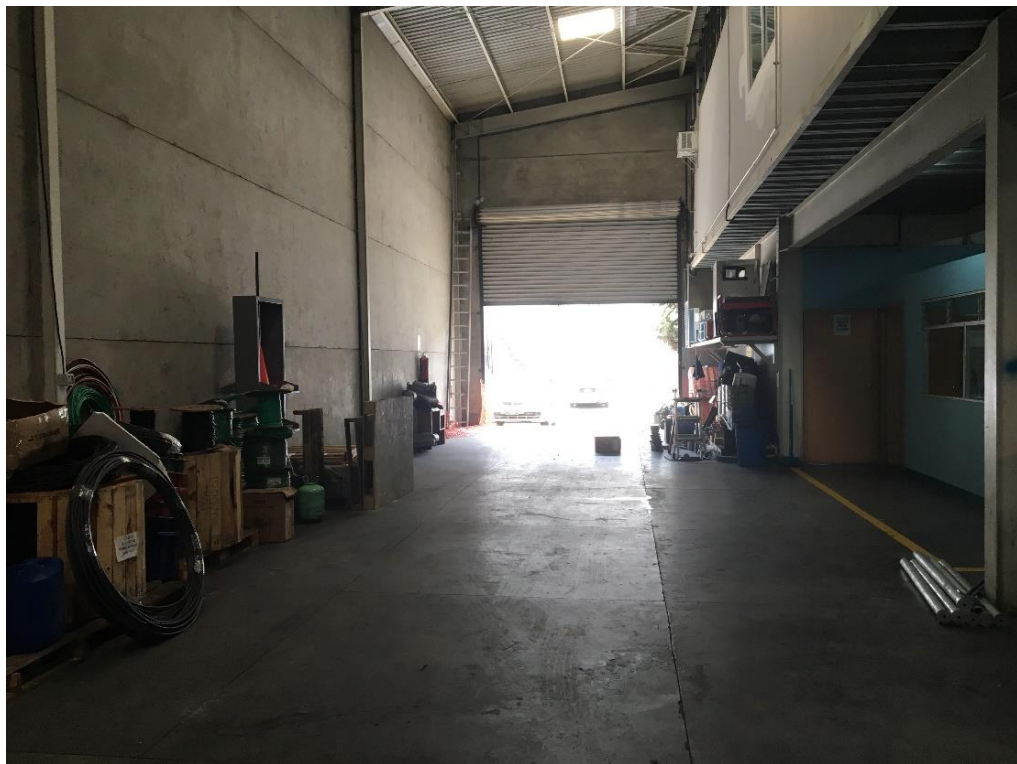


Fuente: área de distribución, CONECTIVA.

3.2.3. Área de carga

El área de carga tiene capacidad de tener dos vehículos en espera de despacho, actualmente no se encuentra señalizada ni delimitada. Debido a la falta de asignación de espacios para cada tipo de material se aumenta el riesgo del daño de los materiales presentes en la bodega de materiales por parte de los vehículos que ingresan a recoger pedidos de material.

Figura 47. Área de carga



Fuente: área de carga, CONECTIVA.

3.2.4. Área de despacho

El área de despacho se determina como la división entre el área de estanterías y el área de carga. Esta se compone de una puerta de dos alas y cada una de un metro de ancho por dos metros de alto. En una de ellas se encuentra una ventanilla que se desliza hacia abajo y la cual sirve como respaldo para la firma de documentos, vales, comprobantes de entrega, etc. Debido a las dimensiones de la puerta las estanterías solo se encuentran disponibles para productos cuyo ancho no supere las dimensiones de ancho de la puerta.

Figura 48. Área de despacho



Fuente: área de despacho, CONECTIVA.

3.2.5. Maquinaria y herramienta

- Maquinaria: el área de distribución cuenta con distinta maquinaria que permite realizar el trabajo de los operadores de manera más segura, ergonómica y rápida.

Tabla IV. **Maquinaria**

Equipo	Descripción
<i>Pallet Trucks</i> Manual	<p>La empresa cuenta con un <i>pallet trucks</i> que no requiere de ningún tipo de energía adicional más que la del colaborador. Las características principales de este son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Rodillos para facilitar el manejo.• Pintura antioxidante.• Capacidad de rotación del pivote para maniobras en áreas limitadas.• Posiciones de elevación, neutral y descenso.• La palanca con resorte de seguridad actúa como freno mientras la carga es bajada.• Retorno automático del timón de la dirección.
Montacargas de gas	<p>Cuenta con un montacargas de gas que es utilizado para transportar las bobinas de cable, que gracias a su estructura pueden ser sujetadas por el montacargas, y para todo aquel material que se encuentre en tarima.</p>
Hidrolavadora	<p>La hidrolavadora es una herramienta que ayuda agilizar la limpieza de todos los equipos presentes en el área de distribución.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Herramientas: el área de distribución cuenta con distintas herramientas que sirven en las operaciones diarias.

Tabla V. **Herramientas**

Tipo	Descripción
Tarimas de madera	El área de distribución cuenta con tarimas de madera utilizadas al momento de estibar los materiales. Aproximadamente cuenta con 100 tarimas. Estas pueden ser de dos tipos: están las completas de 4 lados, doble cubierta, y las de dos lados de 2 cubiertas, doble ala reversible. Las dimensiones de estas tarimas son 1.20m x 1 m y 15 cm de altura.
<i>Trocket</i>	Cuentan con un <i>trocket</i> que es utilizado para mover todo aquel material que no tienen en tarima y que a la vez es muy pesado para levantar y transportar.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Logística

La logística es un conjunto de acciones de planificación, gestión, organización de los flujos de mercadería, energía e información. El proceso logístico se compone de una serie de fases o etapas que se suceden en cadena y dependen del tipo de producto y las actividades de la empresa que intervienen. Dentro de la empresa en estudio es muy importante llevar los procesos de manera organizada y estandarizada para que las actividades se puedan desarrollar sin ningún atraso o inconveniente y así poder cumplir con las metas de producción establecidas y los tiempos solicitados por el cliente. Debido a la naturaleza de las actividades el producto final depende directamente del orden y logística que lleve el área de distribución, ya que si no se cuenta con los suministros o materiales necesarios no se puede ejecutar ningún tipo de trabajo y, por lo tanto, no se llega a la producción solicitada por el cliente, lo que aumenta los tiempos y costos de producción.

3.3.1. Solicitud de nuevos materiales y suministros

De esta actividad surgen todas las actividades relacionadas al área de distribución. Las personas implicadas son las siguientes:

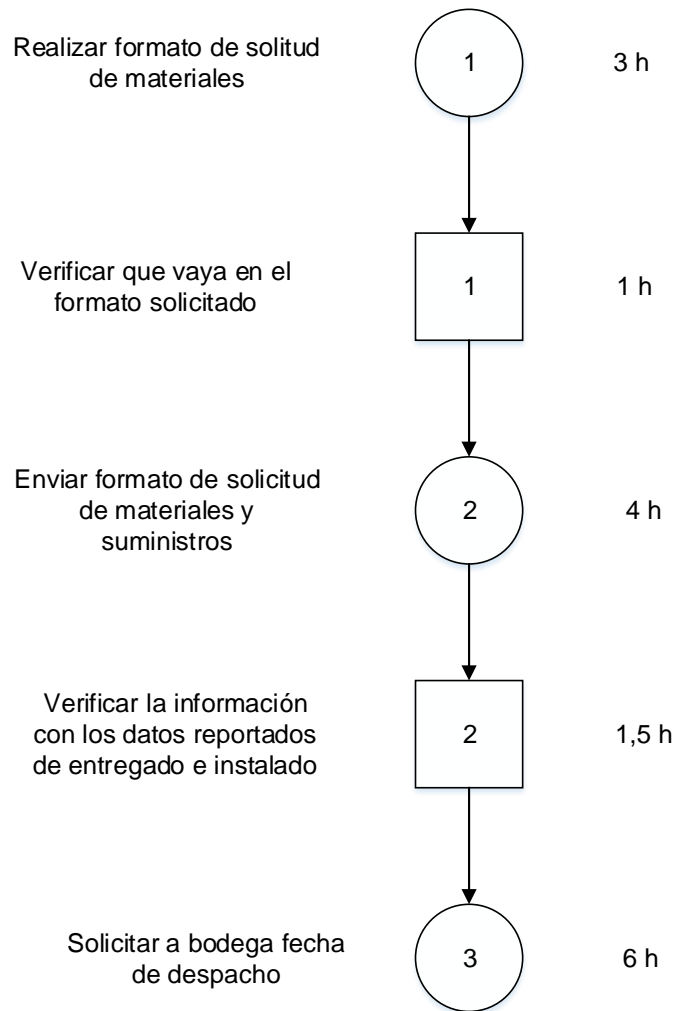
- Supervisor de proyecto
- Supervisor de proyecto del cliente
- Encargado de bodega

Figura 49. **Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros**



Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros a proveedores

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Solicitud de nuevos materiales y suministros

Fecha: 22/10/2017
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Actual



Resumen

Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
	Operación	3	13 h
	Inspección	2	2,5 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

3.3.2. Entrega de los materiales y suministros por parte del proveedor

Esta actividad depende directamente del cliente y de los tiempos de ejecución de este. Actualmente e internamente no se maneja un proceso para esta actividad, pero sí se conocen las personas involucradas y el proceso general llevado por parte del cliente. Las personas involucradas son:

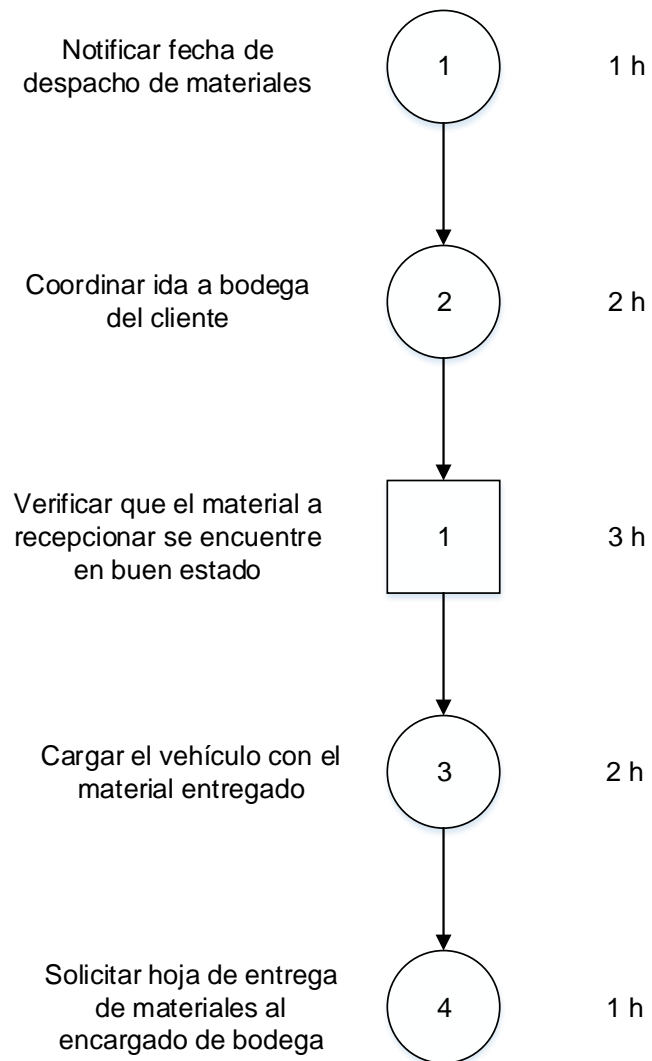
- Supervisor de proyecto
- Jefe de centro de distribución

Figura 50. **Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor**



Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Entrega de nuevos materiales y suministros por parte del proveedor

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Actual



Resumen

Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
	Operación	4	6 h
	Inspección	1	3 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

3.3.3. Ingreso a bodega

Dentro de esta etapa se empieza a hacer más notorio las deficiencias del área de distribución, ya que su proceso poco establecido crea desorganización y aumenta las mudas dentro del trabajo. El personal relacionado a esta etapa es:

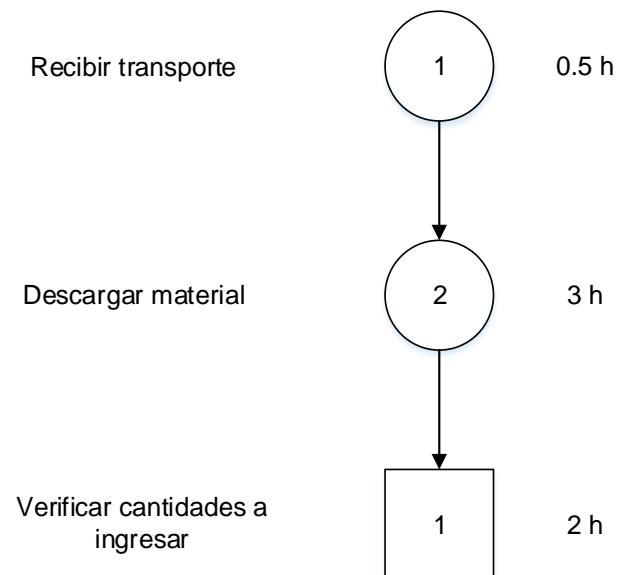
- Encargado de bodega
- Bodeguero
- Supervisor de proyecto

Figura 51. **Diagrama de operaciones del ingreso a bodega de materiales y suministros**

Diagrama de operaciones del Ingreso a Bodega de Materiales y Suministros

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Ingreso a Bodega de Materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Actual



Resumen

Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	2	3,5 h
□	Inspección	1	2 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

3.3.4. Almacenamiento

Esta etapa es la más afectada como consecuencia de la mala administración y distribución física del área con la cual cuenta la empresa. Su proceso actual es casi nulo, ya que se basa en descargar el material y colocarlo en la parte donde exista espacio en ese momento. El personal presente es el siguiente:

- Encargado de bodega
- Bodeguero

3.3.5. Despacho a cuadrillas de trabajo

En esta etapa se encuentran involucradas dos áreas, internamente el área de distribución y externamente la cuadrilla de trabajo, el personal involucrado es el siguiente:

- Encargado de bodega
- Bodeguero
- Jefe de cuadrilla
- Supervisor de proyecto

Figura 52. **Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo**

Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo

Empresa: Conectiva

Área: Distribución

Nombre del proceso: Despacho a cuadrillas de trabajo

Fecha: 22/1/2018

Autor: Estefany Velásquez

Método Actual

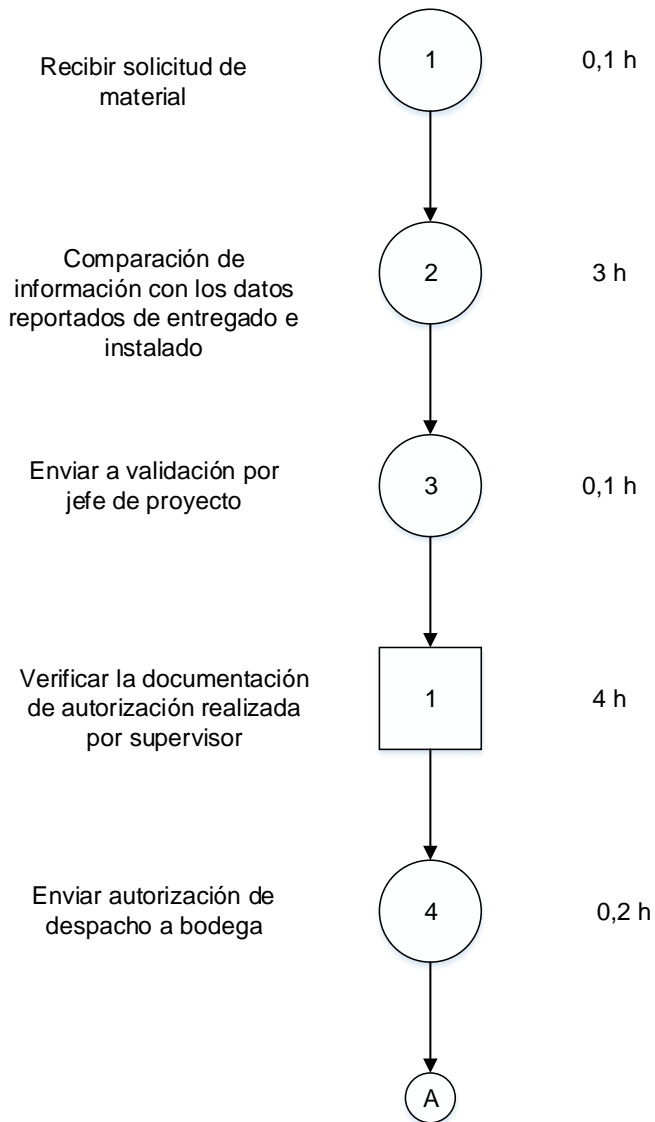
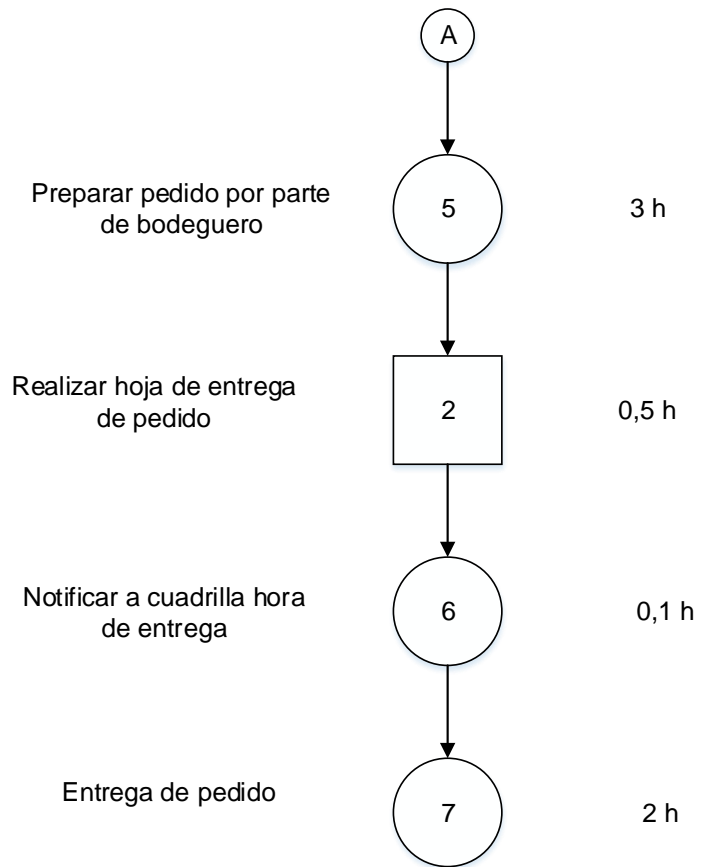


Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Despacho a cuadrillas de trabajo

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Actual



Resumen

Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	7	8,5 h
□	Inspección	2	4,5 h

Fuente: elaboración propia.

3.4. Inventario de materiales

Actualmente la empresa maneja un sistema de boletas para llevar el registro de las entradas y salidas de materiales y suministros dentro del área de distribución. Este sistema es deficiente, ya que no permite ver en tiempo real cuáles son los volúmenes de existencia debido a que la información únicamente se queda reflejada en las boletas llenadas de forma manual, y para saber esos datos se deben cuantificar todas. Otro problema existente es que no se tiene un registro de materiales que hayan sido devueltos por la cuadrilla de trabajo y que se encuentren en mal estado, lo que provoca que nuevamente sean despachados. La empresa no cuenta con un sistema de valoración de inventario, es decir, no se aplican los métodos primero en entrar primero en salir (PEPS), último en entrar primero en salir (UEPS) o promedio. Esto crea un déficit en la bodega de materiales, ya que no hay una rotación de inventario uniforme, lo cual hace que sea deficiente el despacho a las cuadrillas de trabajo.

3.4.1. Tipos de materiales según proyecto

Para el proyecto de reordenamiento de fusibles se utilizan los siguientes materiales:

- Fleje de acero inoxidable de 5/8" de ancho x 0,030" de grosor: sirve para sujetar equipo en postes, como chapas, fuentes de poder, tubos, etc.
- Hebilla para fijar fleje de acero inoxidable de 5/8" de ancho: sirve para presionar el cincho de acero inoxidable de 5/8".

- Fusible mecánico: sirve para proteger el tendido de poste a poste y soportan varias tensiones como 600 libras de tensión y 800 libras.
- Grapa acero-acero: sirve para sujetar las continuidades de acero y empalmes de acero.
- Cable de acero 1/4" de diámetro: sirve para cargar equipos y fibras aéreas de poste a poste.
- Herraje de tensión tipo "D": sirve para sujetar el cable acerado en cruce de calle y secuencial de tramos de poste a poste.
- Preformado de remate automático para cable de acero de 1/8": sirve para tensar fibra de poste a poste y soporta 1200 libras de tensión; solo cambia el grosor del mensajero.
- Espaciador para cable 1/2": sirve para separar el cable de la fibra.
- Grapa Q: sirve para la tensión de acerado de poste a poste.
- Protector cable-árbol 2": sirve para proteger la fibra de cortes dentro de ramas y árboles.
- Herraje tangente para doble fleje: sirve para sujetar dos cables acerados en tramos de poste a poste.
- Preformado de remate para cable de acero de 1/4" de diámetro: sirve para tensar fibra de poste a poste y soporta 1200 libras de tensión.

- Preformado de unión de acero 1/4": sirve para realizar la continuidad de acero.
- Grapa de cruce: sirve para sujetar el cable acerado en cruce de calle.
- Guardacabo para cable de acero de 1/4" de diámetro: sirve para moldear el cable acerado y protector que se encuentra dentro del cable y el metal.
- Bobina de alambre reunidor de acero inoxidable: el uso de este material se destina al embobinado de cable y fibra que va de poste a poste.

El inventario al día 8 de enero del 2018 de los materiales anteriormente descritos es el siguiente:

Tabla VI. **Inventario inicial del proyecto de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Inventario Inicial
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	M	6947
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	3684
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	3514
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	1728
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	M	1075
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	620
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	384

Continuación Tabla VI

8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	205
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	415
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	425
11	Grapa Q	pieza	513
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	94
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	61
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	7
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	50
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	51
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	60
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	50
19	Remate rediable	pieza	200

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para el proyecto de transferencia y desmontaje se utilizan los siguientes materiales:

- Bobinas de Cable RG6 sin mensajero: cable coaxial utilizado en las instalaciones residenciales.
- Cinchos plásticos: estos son utilizados para poder fijar los cables.

- Conector externo para RG6: estos son utilizados para instalaciones en la calle.
- Cable con mensajero 540: cable para instalar en postes propios.
- Conector interno para RG6: estos se utilizan para las instalaciones que se hacen dentro de las viviendas.
- Sellos para muros RG6: sirve para sellar las perforaciones realizadas para ingreso de cable.
- Filtros MHP 50: ayudan a evitar el ruido del equipo.
- Marchamos amarillos: se instalan para identificar al cliente con sus servicios de cable.
- Grapas Q: sirven para anclar el cable coaxial con el mensajero.
- Conector de compresión para RG-11: se utiliza para realizar inyecciones o instalaciones.
- Marchamos naranjas: se instalan para identificar al cliente con sus servicios no identificados.
- *Block* de tierra: se utiliza para aterrizar una acometida.
- Marchamos azules: se instalan para identificar al cliente con sus servicios de Internet y cajas digitales.

- Tarugos 3/8 plásticos: a través de una perforación se utilizan para fijar los equipos.
- *Splitter* de 2: se utiliza para la instalación de cable tv.
- *Tap* RG6 de 6: se utiliza para instalación de cable modem y tv.
- *Splitter* de 3: se utiliza para la instalación de cable tv.
- *Tap* RG6 de 9: se utiliza para instalación de cable modem y tv.
- *Tap* RG6 de 12: se utiliza para instalación de cable modem y tv.
- *Splitter* de 4: se utiliza para la instalación de cable tv.
- Pin conector para cable 540: se utiliza para conectar el cable a un equipo pasivo o activo.
- Grapas tipo P para RG6: este material se utiliza para asegurar el cable instalado dentro de la vivienda.
- MANGA termocontractil 1.5 X 48": este material se utiliza para la protección del conector para cable 0.540 o 0.860.
- Carga terminal: se utilizan para aquellas conexiones de los elementos de la distribución de la red de televisión que se quedan sin conectar.
- *Tap* 23x8: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.

- *Tap 23x4*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 17x 2*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap7x4*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 10*8*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 14x8*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 4 vías 14dB (Mult=20)*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.
- *Tap 4 vías 20dB (Mult=20)*: se utilizan para distribuir la señal a los clientes.

El inventario al día 8 de enero del 2018 de los materiales anteriormente descritos es el siguiente:

Tabla VII. **Inventario inicial del proyecto de transferencia y desmontaje**

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Unidad	Inventario Inicial
1	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metros	8797
2	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metros	7931

Continuación Tabla VII

3	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	6096
4	Cinchos Plásticos	Pieza	2375
5	Conector Externo para RG6	Pieza	1968
6	Cable con mensajero 540	metros	1720
7	Conector Interno para RG6	Pieza	1372
8	Sellos para muros RG6	Pieza	1275
9	Filtros MHP 50	Pieza	1055
10	Marchamos Amarillos	Pieza	908
11	Grapas Q	Pieza	737
12	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	625
13	Marchamos Naranjas	Pieza	596
14	Block de tierra	Pieza	530
15	Marchamos Azules	Pieza	500
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	350
17	<i>Splitter</i> de 2	Pieza	124
18	<i>Tap</i> RG6 de 6	Pieza	100
19	<i>Splitter</i> de 3	Pieza	62
20	<i>Tap</i> RG6 de 9	Pieza	50
21	<i>Tap</i> RG6 de 12	Pieza	50
22	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	50
23	<i>Splitter</i> de 4	Pieza	49
24	Pin conector para cable 540	Pieza	40
25	Grapas tipo P para RG6	Pieza	30
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	22
27	Carga Terminal	Pieza	5
28	<i>tap</i> 23x8	Pieza	2
29	<i>tap</i> 23x4	Pieza	2
30	<i>tap</i> 17x 2	Pieza	1
31	<i>tap</i> 7x4	Pieza	1
32	<i>tap</i> 10*8	Pieza	1
33	<i>tap</i> 14x8	Pieza	1
34	<i>Tap</i> 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	1
35	<i>Tap</i> 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	1
36	<i>Tap</i> 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	1

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Demanda actual

Tabla VIII. Demanda actual del proyecto de reordenamiento de fusibles

	Descripción del producto	Unidad	Inventario Inicial	Inventario Final	Demanda
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	M	6947	1398	5549
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	3684	487	3197
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	3514	521	2993
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	1728	300	1428
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	M	1075	447	628
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	620	0	620
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	384	230	154
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	205	70	135
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	415	285	130
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	425	302	123
11	Grapa Q	pieza	513	400	113
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	94	49	45
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	61	25	36
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	7	0	7

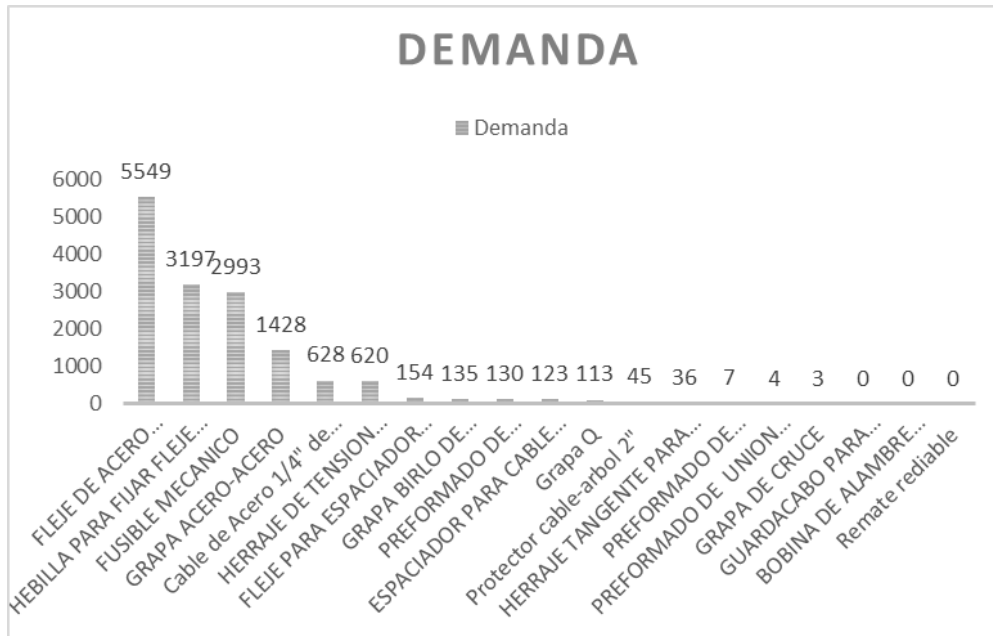
Continuación Tabla VIII

15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	50	46	4
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	51	48	3
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	60	60	0
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	50	50	0
19	Remate rediable	pieza	200	200	0

Fuente: elaboración propia.

Con base en la tabla VIII se puede observar el flujo de inventario actual, determinar qué materiales son imprescindibles y con mayor uso en el proyecto, los cuales son: fleje de acero, hebillas para fijar fleje, fusibles mecánicos y grapas de acero, cable de acero y herrajes de tensión. De menor uso y menor inventario en bodega son los siguientes: fleje para espaciador, grapas birlo, preformados de remate, espaciador para cable, grapas Q, protector de árbol y herrajes tangentes. Por último, se observa que existen ciertos materiales para los cuales su uso es mínimo, por lo cual no se posee gran inventario en bodega, estos materiales son: preformados de remate, preformado de unión, grapa de cruce, guardacabo, bobina de alambre y remate rediable. Toda esta información se puede visualizar de mejor manera en la siguiente gráfica:

Figura 53. **Demanda actual del proyecto de reordenamiento de fusibles**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla IX. **Demanda actual del proyecto de transferencia y desmontaje**

	Descripción del producto	Unidad	Inventario Inicial	Inventario Final	Demanda
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	7931	5782	2149
2	Cinchos Plásticos	Pieza	2375	400	1975
3	Conector Externo para RG6	Pieza	1968	744	1224
4	Filtros MHP 50	Pieza	1055	260	795
5	Grapas Q	Pieza	737	363	374
6	Marchamos Amarillos	Pieza	908	622	286
7	Marchamos Azules	Pieza	500	242	258
8	Marchamos Naranjas	Pieza	596	345	251
9	Block de tierra	Pieza	530	382	148
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	6096	6041	55

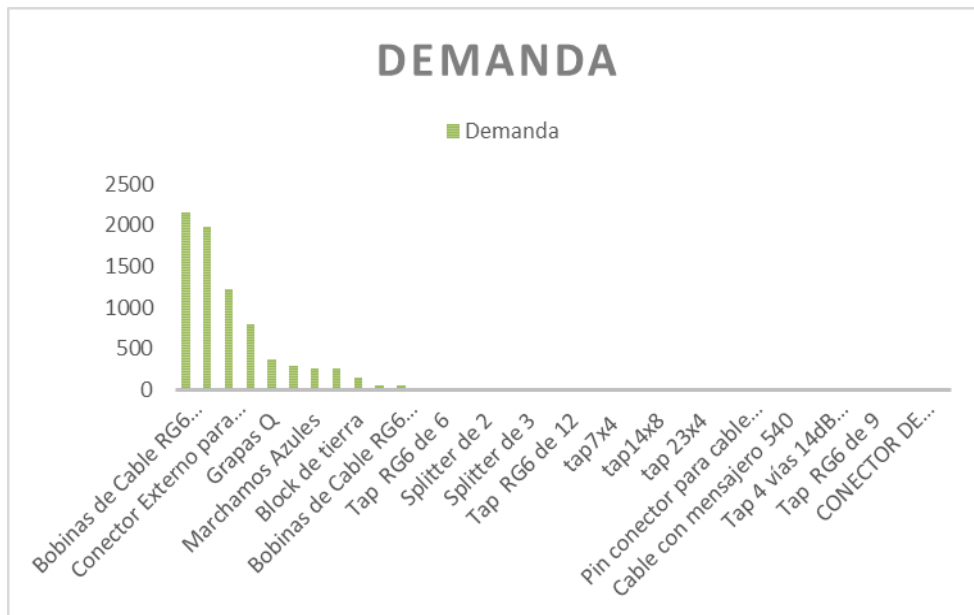
Continuación Tabla IX

11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	8797	8751	46
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	30	0	30
13	Tap RG6 de 6	Pieza	100	78	22
14	Conector Interno para RG6	Pieza	1372	1353	19
15	Splitter de 2	Pieza	124	114	10
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	350	346	4
17	Splitter de 3	Pieza	62	61	1
18	Splitter de 4	Pieza	49	48	1
19	Tap RG6 de 12	Pieza	50	49	1
20	tap 17x 2	Pieza	1	1	0
21	Tap 7x4	Pieza	1	1	0
22	tap 10*8	Pieza	1	1	0
23	tap14x8	Pieza	1	1	0
24	tap 23x8	Pieza	2	2	0
25	tap 23x4	Pieza	2	2	0
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	22	22	0
27	Pin conector para cable 540	Pieza	40	40	0
28	Carga Terminal	Pieza	5	5	0
29	Cable con mensajero 540	metro	1720	1720	0
30	Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	1	1	0
31	Tap 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	1	1	0
32	Tap 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	1	1	0
33	Tap RG6 de 9	Pieza	50	50	0
34	Sellos para muros RG6	Pieza	1275	1275	0
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	625	625	0
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	50	50	0

Fuente: elaboración propia.

Con base en la tabla IX se puede observar el flujo de inventario actual, determinar qué materiales son imprescindibles y con mayor uso en el proyecto, los cuales son: cable RG6 con mensajero, cinchos plásticos, conectores, filtros, grapas Q, marchamos amarillos, marchamos azules y marchamos naranjas. De menor uso y menor inventario en bodega son los siguientes: *block* de tierra, grapas con clavo, cable RG6 sin mensajero, *tap* RG6 y conector interno para RG6. Por último, se observa que existen ciertos materiales cuyo uso es mínimo, por lo cual no se posee gran inventario en bodega, estos materiales son: *splitter* de 3 y 4, *tap* RG6, *taps*, manga termo contráctil, pin conector, carga terminal y cable 540 con mensajero. Toda esta información se puede visualizar de mejor manera en la siguiente gráfica:

Figura 54. **Demanda actual del proyecto de transferencia y desmontaje**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.4.3. Costo de materiales

Los costos relacionados a los materiales presentes en el área de distribución son aquellos asociados a su almacenaje y son proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles. A la vez, los costos de mantener el inventario son los que surgen por el uso del volumen de espacio dentro de las instalaciones. Cuando la bodega es rentada, la renta mensual se distribuye en función de las cantidades presentes. Si el espacio es propio, los costos se determinan a través de los costos del equipo del edificio y de los costos de operación relacionados con el espacio. Adicional a eso, en ambas opciones puede aplicarse costos por seguros, impuestos y seguridad, todos relacionados al almacenamiento.

Tabla X. **Porcentajes de volumen total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Volumen en relación a cantidad
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	34,59%
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	18,34%
3	FUSIBLE MECANICO	17,50%
4	GRAPA ACERO-ACERO	8,60%
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	5,35%
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	3,09%

Continuación Tabla X

7	Grapa Q	2,55%
8	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	2,12%
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	2,07%
10	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	1,91%
11	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	1,02%
12	Remate rediable	1,00%
13	Protector cable-árbol 2"	0,47%
14	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	0,30%
15	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	0,30%
16	GRAPA DE CRUCE	0,25%
17	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	0,25%
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	0,25%
19	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	0,03%
		100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Porcentajes de volumen total de productos en la bodega de transferencia y desmontaje**

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Unidad	Volumen en relación a cantidad
1	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metros	23,42%
2	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metros	21,19%
3	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	16,29%
4	Cinchos Plásticos	Pieza	6,35%
5	Conector Externo para RG6	Pieza	5,26%
6	Cable con mensajero 540	metros	4,60%
7	Conector Interno para RG6	Pieza	3,67%
8	Sellos para muros RG6	Pieza	3,41%
9	Filtros MHP 50	Pieza	2,82%
10	Marchamos Amarillos	Pieza	2,43%
11	Grapas Q	Pieza	1,97%
12	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	1,67%
13	Marchamos Naranjas	Pieza	1,59%
14	Block de tierra	Pieza	1,42%
15	Marchamos Azules	Pieza	1,34%
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,94%
17	<i>Splitter de 2</i>	Pieza	0,33%
18	<i>Tap RG6 de 6</i>	Pieza	0,27%
19	<i>Splitter de 3</i>	Pieza	0,17%
20	<i>Tap RG6 de 9</i>	Pieza	0,13%
21	<i>Tap RG6 de 12</i>	Pieza	0,13%
22	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0,13%
23	<i>Splitter de 4</i>	Pieza	0,13%
24	Pin conector para cable 540	Pieza	0,11%
25	Grapas tipo P para RG6	Pieza	0,08%
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0,06%
27	Carga Terminal	Pieza	0,01%
28	<i>tap 23x8</i>	Pieza	0,01%
29	<i>tap 23x4</i>	Pieza	0,01%
30	<i>tap 17x 2</i>	Pieza	0,01%
31	<i>tap7x4</i>	Pieza	0,01%

Continuación Tabla XI

32	<i>tap 10*8</i>	Pieza	0,00%
33	<i>tap14x8</i>	Pieza	0,01%
34	<i>Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)</i>	Pieza	0,01%
35	<i>Tap 4 vías 14dB (Mult=20)</i>	Pieza	0,01%
36	<i>Tap 4 vías 20dB (Mult=20)</i>	Pieza	0,01%
			100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Porcentajes del valor total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles**

	Descripción de material	Unidad	Costo en relación a cantidad
1	FUSIBLE MECANICO	Pieza	92,24%
2	Grapa Q	Pieza	3,49%
3	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	Pieza	1,37%
4	Remate rediable	Pieza	1,24%
5	GRAPA ACERO-ACERO	Pieza	0,56%
6	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	Metro	0,28%
7	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	Pieza	0,19%
8	Protector cable-árbol 2"	Pieza	0,19%
9	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	Pieza	0,13%
10	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	Pieza	0,13%
11	Cable de Acero 1/4" de diámetro	Metro	0,09%
12	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	Pieza	0,02%
13	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	Pieza	0,02%
14	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	Pieza	0,02%

Continuación Tabla XII

15	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	Pieza	0,02%
16	GRAPA DE CRUCE	Pieza	0,01%
17	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	Pieza	0,01%
18	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	Pieza	0,01%
19	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	Pieza	0,01%
			100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Porcentajes del valor total de productos en la bodega de reordenamiento de fusibles**

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	UNIDAD	Costo en relación a cantidad
1	Grapas Q	Pieza	20,96%
2	Marchamos Amarillos	Pieza	14,52%
3	Sellos para muros RG6	Pieza	11,33%
4	Marchamos Naranjas	Pieza	9,53%
5	Marchamos Azules	Pieza	8,00%
6	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	7,82%
7	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	7,05%
8	Conector Externo para RG6	Pieza	5,25%
9	Filtros MHP 50	Pieza	4,22%
10	Conector Interno para RG6	Pieza	3,05%
11	Tap RG6 de 12	Pieza	1,78%
12	Cable con mensajero 540	metro	1,47%
13	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	1,08%
14	Tap RG6 de 6	Pieza	0,89%
15	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0,83%
16	Tap RG6 de 9	Pieza	0,44%
17	Splitter de 2	Pieza	0,39%

Continuación Tabla XIII

18	<i>Splitter de 3</i>	Pieza	0,28%
19	<i>Splitter de 4</i>	Pieza	0,26%
20	Cinchos Plásticos	Pieza	0,21%
21	Block de tierra	Pieza	0,19%
22	Pin conector para cable 540	Pieza	0,14%
23	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0,07%
24	Grapas tipo P para RG6	Pieza	0,06%
25	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0,04%
26	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,03%
27	<i>tap 23x8</i>	Pieza	0,03%
28	<i>tap 23x4</i>	Pieza	0,03%
29	<i>tap 10*8</i>	Pieza	0,01%
30	<i>tap14x8</i>	Pieza	0,01%
31	Carga Terminal	Pieza	0,01%
32	<i>tap7x4</i>	Pieza	0,01%
33	<i>tap 17x 2</i>	Pieza	0,01%
34	<i>Tap 4 vías 14dB (Mult=20)</i>	Pieza	0,01%
35	<i>Tap 4 vías 20dB (Mult=20)</i>	Pieza	0,01%
36	<i>Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)</i>	Pieza	0,01%
			100,00%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.5. Condiciones de trabajo

Para determinar la percepción actual que tienen los trabajadores del área de distribución se realizó una encuesta, la cual consta de las siguientes preguntas:

- ¿Está de acuerdo con los horarios de trabajo del área de bodega?
- ¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el despacho de materiales?
- ¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el almacenamiento de materiales?

- ¿Cree usted que la bodega cuenta con el espacio suficiente para el almacenamiento de materiales?
- ¿Cree usted que la bodega utiliza de manera eficiente el espacio para el almacenamiento de materiales?
- ¿Cree usted que la bodega cuenta con la iluminación adecuada?
- ¿Cree usted que la bodega cuenta con la ventilación adecuada?
- ¿Cree usted que se debe mejorar la seguridad industrial dentro del área de bodega?
- ¿Cómo considera usted la seguridad industrial dentro de la bodega?

De las cuales se obtuvieron los siguientes resultados, plasmados en las siguientes tablas:

Tabla XIV. **Resultados de encuesta sobre condiciones de trabajo**

Pregunta	SI	NO
¿Está de acuerdo con los horarios de trabajo del área de bodega?	80.00%	20.00%
¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el despacho de materiales?	30.00%	70.00%
¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el almacenamiento de materiales?	40.00%	60.00%
¿Cree usted que la bodega cuenta con el espacio suficiente para el almacenamiento de materiales?	60.00%	40.00%

Continuación Tabla XIV

¿Cree usted que la bodega utiliza de manera eficiente el espacio para el almacenamiento de materiales?	40.00%	60.00%
¿Cree usted que la bodega cuenta con la iluminación adecuada?	50.00%	50.00%
¿Cree usted que la bodega cuenta con la ventilación adecuada?	90.00%	10.00%
¿Cree usted que se debe mejorar la seguridad industrial dentro del área de bodega?	70.00%	30.00%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XV. **Resultados de encuesta sobre condiciones de trabajo**

Pregunta	Excelente	Buena	Regular	Pésima
¿Cómo considera usted la seguridad industrial dentro de la bodega?	0%	30.00%	40%	30.00%

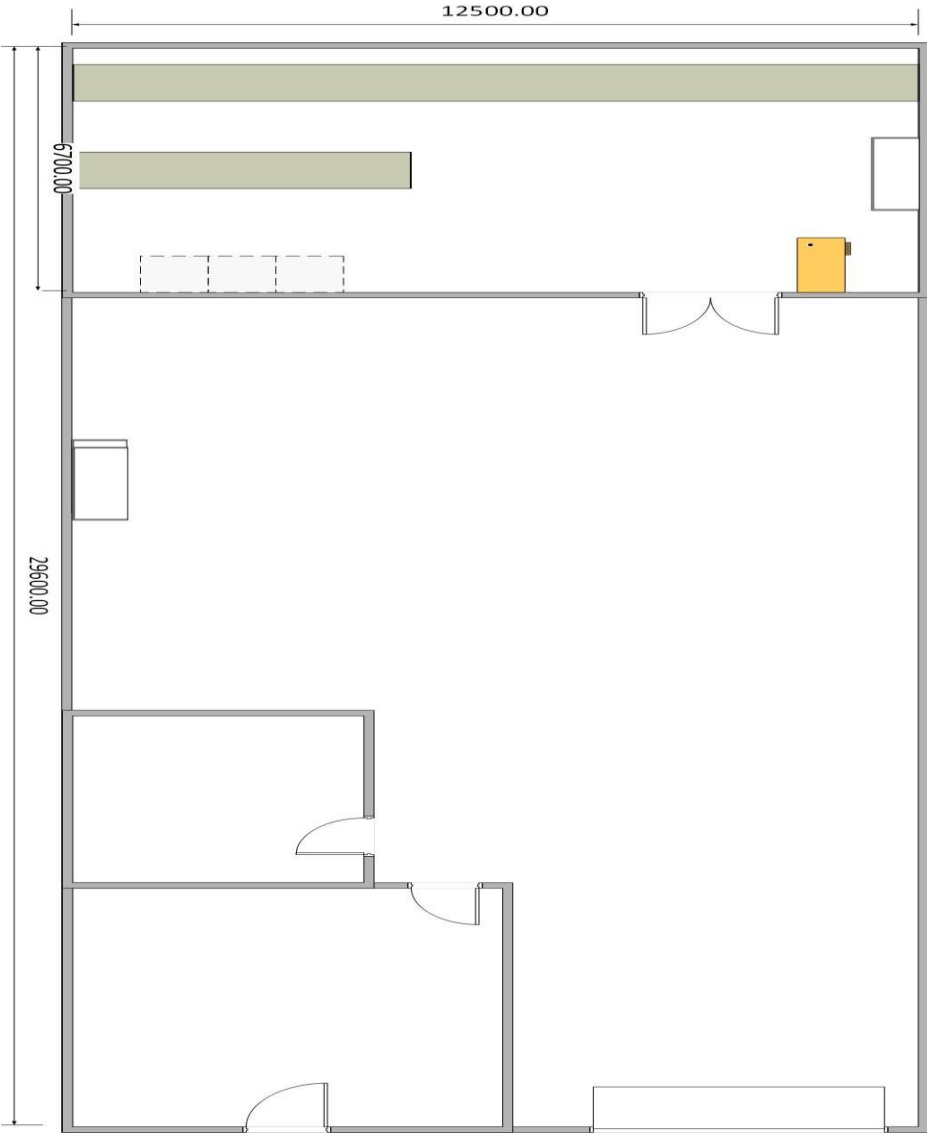
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Con base en los resultados obtenidos se puede determinar que actualmente la bodega cuenta con muchas deficiencias, entre las cuales se mencionan la falta de herramientas para la ejecución de actividades relacionadas al proceso de distribución de materiales. Esto provoca un proceso ineficiente y con mayor duración de sus actividades respectivas. Otro punto a mencionar es el espacio designado al área de distribución, que a pesar de que se cuente con disponibilidad de espacio este no es utilizado de manera

eficiente, ya que la distribución del producto es incorrecta, lo que provoca que el trabajador deba realizar sobreprocesos.

3.5.1. Distribución de planta

Figura 55. Distribución actual de la planta



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Actualmente la distribución del área de almacenamiento no es eficiente, ya que no utiliza los recursos de la mejor manera. A pesar de contar con un espacio físico adecuado, su falta de equipo y la mala distribución del existente crean desorden, falta de control y desorganización en las actividades relacionadas al almacenamiento de los materiales. En el plano adjunto se puede verificar que actualmente se cuenta únicamente con dos estanterías y que el espacio que se tiene destinado para almacenamiento es menor del 50 % del espacio total designado al área de distribución, lo que provoca que se coloque material en espacios no adecuados.

3.5.2. Descripción de puestos

Los puestos que se encuentran actualmente relacionados al área de distribución cuentan con una descripción general de las funciones y responsabilidades asignadas a cada uno, estos puestos son:

- Jefe de proyecto: responsable de supervisar que cada colaborador ejecute sus actividades designadas en la forma y tiempo solicitado. Debe velar por mantener las condiciones necesarias para la ejecución y la efectividad de sus actividades. Es la persona encargada de liderar nuevos proyectos durante la curva de aprendizaje. En la jerarquía es el último eslabón para la resolución de problemas.
- Coordinador administrativo: encargado de realizar todos los informes de avance, llevar los controles necesarios para garantizar el desarrollo de la producción y mantener al cliente informado sobre los trabajos que se están ejecutando diariamente. Debe recaudar toda la información necesaria para gestionar los cobros y pagos relacionados al proyecto.

Brinda apoyo a los supervisores para las actividades de enrolamiento, gestión de viáticos y suministro de herramientas y equipo.

- Encargado de bodega: responsable de mantener el orden y buen funcionamiento del área de distribución. Encargado de validar las cantidades a recibir por parte del proveedor y las cantidades a despachar a las cuadrillas de trabajo. Actualmente este puesto de trabajo no cuenta con una descripción amplia y detallada de sus actividades y responsabilidades a cargo, lo que provoca que en ocasiones se dejen actividades sin ejecutar, ya que nadie se hace responsable.
- Bodeguero: encargado de la recepción, colocación en tarima, transporte, almacenamiento y despacho de los materiales y suministros de los proyectos en ejecución. Actualmente este puesto no cuenta con una descripción amplia y detallada de las actividades, debido a que las funciones relacionadas son poco eficientes.
- Jefe de cuadrilla: responsable de las actividades, uso de materiales y producción de la cuadrilla de trabajo. Es la persona encargada de realizar la solicitud de materiales. Actualmente este puesto no cuenta con actividades de realización de informes, ni con funciones relacionadas a elaboración formal de solicitud de materiales o suministros.

3.6. Seguridad industrial

Para una empresa su recurso más importante siempre será el recurso humano, por lo tanto, es sumamente necesario poder preservar la salud, la integridad física y proteger la vida de los trabajadores.

3.6.1. Condiciones de seguridad industrial en las instalaciones

La aplicación de normas de seguridad industrial dentro de las instalaciones permite reducir la probabilidad del peligro o la gravedad del riesgo, ya que al contar con instalaciones señalizadas todos los colaboradores tienen el conocimiento de cuáles son los peligros presentes y qué es lo que está o no permitido hacer dentro de las instalaciones. Debido a que dentro del área de distribución la mayoría de actividades están relacionadas al almacenaje, carga y descarga de material, se debe tomar en cuenta los peligros presentes en estas actividades:

- Caídas provocadas por objetos colocados en lugares incorrectos
- Choque al momento de utilizar el montacargas
- Peligro de incendio
- Peligros eléctricos

Actualmente y con base en la encuesta realizada en el inciso 3,5, se determina que los colaboradores y todo el personal relacionado al área de distribución observan deficiencias en la seguridad industrial con la que cuenta la bodega, aumentando los riesgos y haciéndolos sentir más inseguros.

3.6.2. Condiciones de seguridad industrial en los colaboradores

Uno de los principales objetivos de la empresa, con relación a sus colaboradores, es brindarles un ambiente donde puedan desempeñar sus funciones cuidando preservar la salud y la integridad física. Actualmente la empresa cuenta con muchas deficiencias en esta área, ya que no ha

implementado el uso de equipo de protección personal de manera obligatoria y como parte de la actividad diaria, esto a pesar de los distintos peligros a los cuales están expuestos los colaboradores diariamente. Los peligros presentes son los siguientes:

- Caída del montacargas
- Corte con materiales
- Atrapamiento o arrastre con *pallet truck*
- Atrapamiento o arrastre con *trucks*
- Enganche con *pallet truck*
- Enganche con *trucks*
- Fricción o abrasamiento con montacargas
- Quemaduras por contacto con partes de montacargas
- Ruido excesivo
- Peligro por defectos ergonómicos

4. OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES

4.1. Optimización de operaciones

Se define como un modelo que permite optimizar los procesos y sus operaciones a través de la implementación de modelos matemáticos y herramientas de mejora continua, para poder minimizar riesgos en decisiones, anticipar problemas no previstos y evaluar los impactos de decisiones e inversiones. La importancia de poder optimizar las operaciones dentro del área de distribución consiste en poder planificar, organizar, gestionar, dirigir y controlar las operaciones, a efecto de lograr optimizar las funciones relacionadas al área, y con esto lograr optimizar las operaciones de logística y distribución de materiales utilizados en proyectos de energía eléctrica y telecomunicaciones, para mejorar su control, distribución y condiciones de seguridad industrial.

4.1.1. Método de distribución de instalaciones

Para una eficiente distribución de las instalaciones dentro de la bodega, se debe calcular el valor de consumo anual y con este determinar el porcentaje del valor de consumo anual, para priorizar los materiales con mayor rotación dentro del inventario y reducir el tiempo de algunas actividades.

En las siguientes tablas se determina el porcentaje y el valor de consumo anual por medio de las siguientes fórmulas:

$$VCA = D \times C$$

Donde:

VCA = valor de consumo anual

D = demanda anual

C = costo del material

$$\%VCA = \frac{VCA_i \times 100}{\sum VCA}$$

Donde:

VCA_i = valor de consumo anual de cada uno de los productos

$\sum VCA$ = sumatoria del total del consumo anual de todos los productos

Tabla XVI. **Consumo anual de reordenamiento de fusibles**

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Unidad	Demanda Anual	Costo	valor de consumo anual	% de valor de consumo anual
1	FUSIBLE MECANICO	Pieza	11972	Q 850,00	Q 10 176 200,00	96,56%
2	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	metro	22198	Q 6,40	Q 142 067,20	1,35%
3	Grapa Q	Pieza	452	Q 220,00	Q 99 440,00	0,94%

Continuación Tabla XVI

4	GRAPA ACERO- ACERO	Pieza	5712	Q 10,48	Q 59 861,76	0,57%
5	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	Pieza	2480	Q 6,64	Q 16 467,20	0,16%
6	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	Pieza	12788	Q 1,12	Q 14 322,56	0,14%
7	Protector cable- árbol 2"	Pieza	177,8	Q 64,32	Q 11 436,10	0,11%
8	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	Pieza	520	Q 14,72	Q 7654,40	0,07%
9	Cable de Acero 1/4" de diámetro	metro	2512,6	Q 2,56	Q 6432,26	0,06%
10	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	Pieza	144	Q 10,64	Q 1532,16	0,01%
11	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	Pieza	540	Q 2,80	Q 1512,00	0,01%
12	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	Pieza	616	Q 1,28	Q 788,48	0,01%
13	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	Pieza	28	Q 10,48	Q 293,44	0,00%
14	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	Pieza	16	Q 10,48	Q 167,68	0,00%

Continuación Tabla XVI

15	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	Pieza	492	Q 0,32	Q 157,44	0,00%
16	GRAPA DE CRUCE	Pieza	12	Q 8,72	Q 104,64	0,00%
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	Pieza	0	Q 2,24	Q -	0,00%
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	Pieza	0	Q 182,64	Q -	0,00%
19	Remate rediable	Pieza	0	Q 200,00	Q -	0,00%
TOTAL					Q 10 538 437,31	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Consumo anual de transferencia y desmontaje

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Unidad	Demanda anual	Costo	Valor de consumo anual	% de valor de consumo anual
1	Grapas Q	pieza	1870	Q 320,00	Q 598 400,00	32,89%
2	Marchamos Amarillos	pieza	1430	Q 180,00	Q 257 400,00	14,15%
3	Marchamos Azules	pieza	1290	Q 180,00	Q 232 200,00	12,76%
4	Marchamos Naranjas	pieza	1255	Q 180,00	Q 225 900,00	12,42%
5	Conector Externo para RG6	pieza	6120	Q 30,00	Q 183 600,00	10,09%
6	Filtros MHP 50	pieza	3975	Q 45,00	Q 178 875,00	9,83%

Continuación Tabla XVII

7	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	10745	Q 10,00	Q 107 450,00	5,91%
8	Tap RG6 de 6	pieza	110	Q 100,00	Q 11 000,00	0,60%
9	Cinchos Plásticos	pieza	9875	Q 1,00	Q 9875,00	0,54%
10	Grapas tipo P para RG6	pieza	150	Q 23,00	Q 3450,00	0,19%
11	Block de tierra	pieza	740	Q 4,00	Q 2960,00	0,16%
12	Conector Interno para RG6	pieza	95	Q 25,00	Q 2375,00	0,13%
13	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	230	Q 10,00	Q 2300,00	0,13%
14	Splitter de 2	pieza	50	Q 35,00	Q 1750,00	0,10%
15	Grapas con clavo para fijar RG6	pieza	275	Q 2,00	Q 550,00	0,03%
16	Tap RG6 de 12	pieza	5	Q 100,00	Q 500,00	0,03%
17	Splitter de 4	pieza	5	Q 60,00	Q 300,00	0,02%
18	Splitter de 3	pieza	5	Q 50,00	Q 250,00	0,01%
19	Tarugos 3/8 Plásticos	pieza	20	Q 1,00	Q 20,00	0,00%
20	Cable con mensajero 540	metro	0	Q 9,62	Q -	0,00%
21	Sellos para muros RG6	pieza	0	Q 100,00	Q -	0,00%
22	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	pieza	0	Q 15,00	Q -	0,00%
23	Tap RG6 de 9	pieza	0	Q 400,00	Q -	0,00%
24	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	pieza	0	Q 10,00	Q -	0,00%
25	Pin conector para cable 540	pieza	0	Q 38,00	Q -	0,00%
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	pieza	0	Q 33,28	Q -	0,00%
27	Carga Terminal	pieza	0	Q 21,60	Q -	0,00%

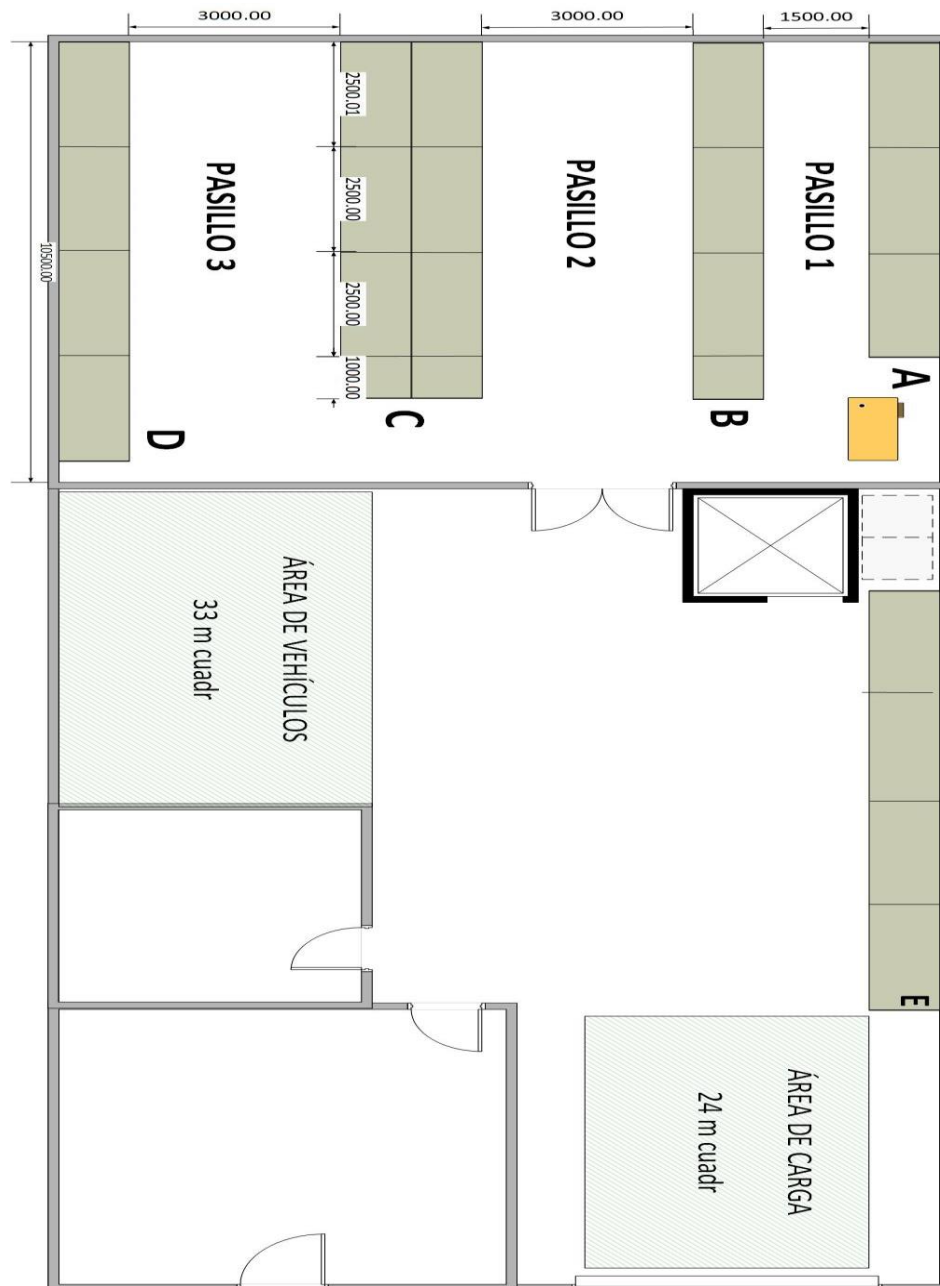
Continuación Tabla XVII

28	<i>tap 23x8</i>	pieza	0	Q 142,68	Q -	0,00%
29	<i>tap 23x4</i>	pieza	0	Q 142,68	Q -	0,00%
30	<i>tap 17x 2</i>	pieza	0	Q 142,68	Q -	0,00%
31	<i>tap7x4</i>	pieza	0	Q 142,68	Q -	0,00%
32	<i>tap 10*8</i>	pieza	0	Q 89,38	Q -	0,00%
33	<i>tap14x8</i>	pieza	0	Q 77,08	Q -	0,00%
34	<i>Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)</i>	pieza	0	Q 67,60	Q -	0,00%
35	<i>Tap 4 vías 14dB (Mult=20)</i>	pieza	0	Q 67,60	Q -	0,00%
36	<i>Tap 4 vías 20dB (Mult=20)</i>	pieza	0	Q 61,92	Q -	0,00%
				TOTAL	Q 1 819 155,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Distribución de las instalaciones

Figura 56. Distribución de planta propuesta



Fuete: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

La nueva distribución empleada se basa en utilizar de manera eficiente el espacio designado al área de distribución. Se incrementa el área asignada a almacenamiento, dándole por dimensiones 10,5 m de largo y 12,5 m de ancho, adicional a esto se mueve el ingreso al área para facilitar el ingreso del montacargas. A partir de este punto se implementan más estanterías; para un almacenamiento de suministros y materiales más ordenado y controlado, una fuera del área y cuatro nuevas dentro del área de almacenamiento, creando con esto tres nuevos pasillos. Al pasillo 1 se le deja un ancho de 1,5 m, ya que en este no será necesario el uso de montacargas, para el pasillo 2 y 3 se deja un ancho de 3 m, ya que en este sí se tiene contemplado el uso de montacargas y, por último, se deja el pasillo principal con un ancho de 2 m para el paso de montacargas. La siguiente modificación es la reasignación de área de carga, la cual ayudará a delimitar el acceso de personal externo al área de almacenamiento. Se agrega una asignación de espacios específicos para colocar las tarimas de madera y montacargas, cuando no esté en uso, y la asignación del espacio específico para el personal que se encuentra físicamente en la bodega para mejorar la ergonomía del trabajador.

4.1.3. Descripción de puestos y jornadas laborales

La nueva descripción de puestos va enfocada a cubrir los nuevos procesos que se proponen para el mayor control y gestión de actividades del área de distribución. Se trabaja únicamente en jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno, cumpliendo con las 48 horas establecidas del día lunes a viernes, esto con base en el artículo 116 del Código de Trabajo de Guatemala. Los puestos que están relacionados al área de distribución son los siguientes:

Tabla XVIII. Descripción del puesto de jefe de proyecto

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Jefe de Proyecto	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Logística	Unidad o dependencia: Proyectos	
<p>Descripción: el jefe de proyecto es la persona encargada de supervisar que tanto las personas en campo como el personal administrativo se encuentren realizando sus actividades sin demoras y de la manera correcta. Es la persona encargada de validar el despacho de material a las cuadrillas de trabajo. Si en caso surgiera un problema bastante grande, tanto los supervisores como los coordinadores administrativos trasladan el problema al jefe de proyecto para que este busque la solución.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XIX. Descripción del puesto de coordinador administrativo

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Coordinador Administrativo	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Logística	Unidad o dependencia: Proyectos	
<p>Descripción: los coordinadores administrativos son los responsables de elaborar los informes requeridos por el cliente y los de control interno de producción. En estos se muestran cantidades, fechas, estado del trabajo e incluso fotografía del antes y después del área a trabajar. De igual manera es el encargado de velar que los supervisores cuenten con lo necesario para ejecutar sus actividades, entre estos requerimientos se encuentra el equipo de protección personal completo.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XX. Descripción del puesto de supervisor de proyecto

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Supervisor de Proyecto	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Producción	Unidad o dependencia: Proyectos	
<p>Descripción: los supervisores son el contacto directo con las cuadrillas de trabajo, ellos deben llevar el control y registro de las actividades realizadas por cada cuadrilla y que estos en cada actividad a ejecutar utilicen su equipo de protección personal completo. De igual manera deben velar por que se ejecute un trabajo de calidad, que no se desperdicie el material y que se llegue a las metas de producción establecidas. Ellos son los encargados de validar en campo las cantidades de material instaladas y de validar y enviar la solicitud de materiales por parte de la cuadrilla de trabajo al jefe de proyecto.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXI. Descripción del puesto de encargado de bodega

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Encargado de Bodega	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Área de Distribución	Unidad o dependencia: Proyectos	

Continuación Tabla XXI

Descripción: los encargados son los responsables de elaborar las órdenes de entrega de materiales a la cuadrilla de trabajo y las órdenes de pedido de materiales hacia el proveedor. Deben velar porque el área de bodega se encuentre ordenada, al igual que los materiales que se encuentren dentro de esta. Se encargan de llevar el control sobre los inventarios de materiales y de actualizarlo constantemente en la hoja de cálculo implementada. Notifican al área de operaciones al momento en que se llegue al punto de reorden. Deben velar porque todos los colaboradores utilicen el equipo de protección personal al momento de encontrarse dentro del área de distribución.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXII. **Descripción del puesto de bodeguero**

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Bodeguero	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Área de Distribución	Unidad o dependencia: Proyectos	
<p>Descripción: el bodeguero es aquella persona encargada de recibir y colocar en tarimas los materiales, identificarlos y después transportarlo hacia el <i>rack</i> o área seleccionada para su almacenamiento. Los bodegueros son los encargados de transportar los materiales de donde se encuentran almacenados hacia los andenes de carga momentos antes que se despache el producto. El transporte lo pueden realizar por medio de <i>pallet trucks</i> manuales o por medio de un montacargas. Son los encargados de realizar la hoja de inspección de los vehículos que se dirigen a recoger o transportar los materiales o suministros.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIII. Descripción del puesto de jefe de cuadrilla

Descripción del Puesto		
Nombre del cargo: Jefe de Cuadrilla	Fecha de elaboración: 10/01/2018	Fecha de revisión: _/_/_
Código: XXXX	Jornada laboral: Diurna	
Departamento: Producción	Unidad o dependencia: Proyectos	
<p>Descripción: son los responsables de elaborar las órdenes de pedido de materiales y trasladarlas al supervisor del proyecto. El jefe de cuadrilla es el único autorizado para hacer solicitudes de materiales y, por lo mismo, es el encargado de llevar el recuento de los materiales utilizados y de las actividades ejecutadas en campo.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Adicionalmente, y para garantizar que el personal actual cuente con los conocimientos y destrezas necesarias para el tipo de trabajo, es necesario capacitarlo cada cierto tiempo. Se propone un programa de capacitaciones que van enfocadas en cada puesto de trabajo que se relaciona con el área de distribución. Se propone el apoyo de entidades como INTECAP, Asociación de Gerentes de Guatemala y AGEXPORT. Los temas a desarrollar van enfocados en:

Tabla XXIV. **Capacitaciones**

	Jefe de Proyecto	Coordinador	Supervisor de proyecto	Encargado de bodega	Bodeguero	Jefe de cuadrilla
Competencias Gerenciales	X	X		X		
Seguridad Industrial	X	X	X	X	X	X
Ergonomía	X	X		X		
Control de Inventarios	X			X		
Primero Auxilios	X	X	X	X	X	X
Educación Vial			X		X	X
Uso adecuado del Montacargas				X	X	
Excel Avanzado		X		X		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.2. **Diseño de instalaciones**

Actualmente el diseño de las instalaciones del área de Distribución cuenta con una iluminación que se basa en cuatro lámparas de 40W cada una, piso de cemento y las paredes no cuentan con ningún tipo de pintura, únicamente el acabado de repello. Para la ventilación hay 3 extractores de aire colocados en

el centro del techo y la entrada principal de la bodega que, la mayoría de tiempo, se mantiene únicamente cubierta con una malla que permite la entrada de aire.

4.2.1. Iluminación

La iluminación industrial se enfoca no solo en que exista una buena iluminación, sino en que esa iluminación sea al menor costo posible. Esta puede ser natural, artificial o combinada. Para el caso del área de distribución la iluminación actual consta de cuatro lámparas que se encuentran suspendidas al techo, cada una de capacidad 40W, adicional a esto se cuenta con una fuente de luz natural que es generada por la entrada de la bodega. Dentro del área de distribución las actividades que se ejecutan están relacionadas al almacenamiento, carga y descarga de materiales y suministros. Para determinar si se cuenta con la iluminación adecuada, para el desarrollo correcto de las actividades se realizará un análisis. Este se desarrollará mediante el método de cavidad zonal, el cual es un procedimiento empleado para determinar el número y tipo de luminarias o lámparas que se necesitan para proveer un nivel adecuado de iluminación.

Dicho método asume que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades y que cada una tiene un efecto en la otra. Se deberá realizar la identificación de dichas áreas dentro del centro de distribución y realizar los siguientes cálculos para cada área:

- Cavidad de techo (HCC) es el área medida desde el plano de las luminarias al techo. Para el caso del área de distribución la cavidad de techo es de 7,5 metros.

- Cavidad local (HRC) es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria. La cavidad local en el área de distribución es de 2,50 m.
- Cavidad de piso (HFO) se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien el nivel donde se realiza la tarea específica. Si el trabajo se realiza directamente en el piso no existe cavidad de piso. La cavidad de piso para el área de distribución será de 0,75 metros.

Para el cálculo de las relaciones en las distintas cavidades se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_{CC} = \frac{5 \times H_{CC} \times (l + a)}{l \times a}$$

$$R_{RC} = \frac{5 \times H_{RC} \times (l + a)}{l \times a}$$

$$R_{FO} = \frac{5 \times H_{FO} \times (l + a)}{l \times a}$$

Donde:

R_{CC} = Relación de cavidad de techo

R_{RC} = Relación de cavidad local

R_{FO} = Relación de cavidad de piso

l = largo

a = Ancho

H_{CC} = Altura de la cavidad de techo

H_{RC} = Altura de la cavidad local

H_{FO} = Altura de la cavidad de piso

Los datos que se tienen para el área de distribución son los siguientes:

$$H_{CC} = 7,5$$

$$H_{RC} = 2,50$$

$$H_{FO} = 0,75$$

$$l = 29,6$$

$$a = 12,5$$

Al sustituir estos datos en las ecuaciones anteriores el resultado queda de la siguiente manera:

$$R_{CC} = \frac{5 \times 7,5 \times (29,6 + 12,5)}{29,6 \times 12,5} = 4267$$

$$R_{RC} = \frac{5 \times 2,50 \times (29,6 + 12,5)}{29,6 \times 12,5} = 1422$$

$$R_{FO} = \frac{5 \times 0,75 \times (29,6 + 12,5)}{29,6 \times 12,5} = 0,427$$

El siguiente paso es poder determinar los valores de reflectancia, tomando en cuenta que tanto el techo como las paredes y el piso son de color gris. Para

determinar el valor se utiliza los datos de la tabla de reflectancia de luz en las diferentes cavidades y con estos datos se realiza el cálculo de la reflectancia efectiva, al cual se le llamará P_{CC} :

Tabla XXV. **Reflectancias**

	Color	Valor de reflectancia
Cielo	Blanco o muy claro	0,7
	Color claro	0,5
	Color medio	0,3
Paredes	Color claro	0,5
	Color medio	0,3
	Color obscuro	0,1
Piso	Color claro	0,3
	Color medio	0,2
	Color obscuro	0,1

Fuente: TORREZ MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Págs.131-132

Con base en la tabla XXV los factores de reflectancia son:

Cielo: gris $P_C = 0,3 = 30\%$

Pared: gris $P_P = 0,3 = 30\%$

Piso: gris $P_F = 0,2 = 20\%$

Con los datos obtenidos se debe calcular la intersección de datos en los datos de reflectancia efectiva. Para el valor de R_{FO} se utilizará 0,4 por aproximación.

Figura 57. **Reflectancia efectiva**

Reflectancia Piso o cielo	70			50			30				10			
	% Ref. pared	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
R_{FO}														
0	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	
0.1	69	69	68	50	49	48	30	30	29	29	10	10	10	
0.2	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9	
0.3	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9	
0.4	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9	
0.5	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9	
0.6	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9	
0.7	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8	

Fuente: práctica 6 de iluminación. Laboratorio de Ingeniería de Plantas, USAC.

Con base en lo anterior se determina el valor de $P_{CC} = 27$.

Figura 58. **Coefficientes de utilización para luminarias fluorescentes**

Distribución Típica	P _{CC}	80				50			10		
	P _P	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	R _{CR}	Coefficientes de utilización, método cavidad zonal, P _{CP} =20									
Fluorescentes	1		0,98	0,96	0,95	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86	0,85
	2		0,94	0,91	0,89	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
	3		0,90	0,87	0,85	0,87	0,85	0,83	0,83	0,82	0,80
	4		0,87	0,83	0,81	0,84	0,81	0,80	0,81	0,79	0,78
	5		0,83	0,80	0,77	0,81	0,78	0,76	0,79	0,77	0,75
	6		0,81	0,77	0,75	0,79	0,76	0,74	0,77	0,75	0,73
	7		0,78	0,74	0,72	0,76	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70
	8		0,75	0,72	0,69	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68
	9		0,73	0,69	0,67	0,72	0,68	0,66	0,70	0,68	0,66
	10		0,70	0,67	0,64	0,69	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64

Fuente: práctica 6 de iluminación. Laboratorio de Ingeniería de Plantas, USAC.

Al buscar la intersección de datos se determina un coeficiente de utilización para luminarias fluorescentes, denominado factor K de 0,79. Para lograr localizar los datos en la tabla el factor P_{CC} se aproxima a 10 y R_{CR} se aproxima a 4.

Tabla XXVI. **Niveles de luz necesarios**

	Nivel lumínico	Actividades productivas.
A	20 – 30 – 50	Áreas públicas, alrededores oscuros.
B	50 – 75 – 100	Áreas de orientación, corta permanencia.
C	100 – 150 – 200	Trabajos de gran contraste o tamaño. Trabajos ocasionales simples.
D	200 – 300 - 500	Lectura de originales y fotocopias buenas. Trabajo sencillo de inspección o de banco.
E	500 – 750 - 1000	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño. Lectura a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles desmontables o en banco.
F	1000 – 1500 – 2000	Trabajos de poco contraste o de muy pequeño tamaño, ensamblaje, inspección o de banco.
G	2000 – 3000 – 5000	Lo mismo durante periodos prolongados. Trabajo muy difícil de ensamblaje, inspección o de banco.
H	5000 – 7500 – 10 000	Trabajos muy exigentes y prolongados.
I	10 000 – 15 000 – 20 000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía.

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. P.133

Según la tabla XXVI, las tareas del área de distribución se asocian con trabajos sencillo de inspección o de banco y tomando un nivel intermedio de 300 luxes.

Tabla XXVII. **Factor de mantenimiento**

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. P.134.

El factor de mantenimiento escogido para las luminarias es de 0,8.

Con los valores calculados se procede a calcular el flujo lumínico, a través de la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{\text{Área} \times \text{Nivel lumínico}}{\text{Factor de mantenimiento} \times K}$$

El área a iluminar se puede fraccionar mediante dos rectángulos, esto con el fin de tener una mejor distribución de luminarias. El cálculo de iluminación de la primera área se presenta a continuación:

$$\text{Area} = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$\text{Area} = 18,47 \times 12,5 = 230,88 \text{ m}^2$$

$$\Phi = \frac{230,88 \text{ m}^2 \times 300 \text{ luxes}}{0,8 \times 0,79} = 109,594,94 \text{ lux}$$

Cada lámpara cuenta con dos tubos de 40 watts, lo que en total suma 80 watts o 6,400 lux por cada iluminaria. Para calcular el número de lámparas necesarias se utiliza la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\Phi}{P}$$

Donde:

NL = número de lámparas necesarias

ϕ = flujo lumínico

P = potencia entregada por cada luminaria

$$NL = \frac{109,594,94 \text{ lux}}{6,400 \text{ lux}} = 17,12 \cong 18 \text{ lámparas}$$

El espaciamiento de lámparas será la raíz cuadrada del área cubierta, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Área cubierta} = \text{Área} \times \text{Total de lámparas}$$

$$\text{Área cubierta} = 230,88 \text{ m}^2 \times 18 \text{ lámparas} = 4155,84 \text{ m}^2 \text{ lámparas}$$

$$\text{Espaciamiento} = \sqrt{\text{área cubierta}}$$

$$\text{Espaciamiento} = \sqrt{4,155,84 \text{ m}^2 \text{ lámparas}} = 64,47$$

Para el cálculo del número de lámparas que se utilizarán a lo largo y lo ancho del área de clasificado se utilizan las siguientes fórmulas:

$$NL_{\text{ancho}} = \frac{E}{L}$$

$$NL_{\text{largo}} = \frac{E}{A}$$

Donde:

NL = número de lámparas

E = espaciamiento

L = largo

A = Ancho

$$NL_{ancho} = \frac{64,47}{18,47} = 3,49 \cong 4 \text{ lámparas}$$

$$NL_{largo} = \frac{64,47}{12,5} = 5,16 \cong 5 \text{ lámparas}$$

Para la primera área se propone implementar 20 lámparas de 80 watts cada una, distribuidas 4 a lo ancho con una distancia entre cada una de 2,5 metros y 5 a lo largo con una distancia de 3,07 metros entre cada una.

El cálculo de iluminación de la segunda área se presenta a continuación:

$$Area = largo \times ancho$$

$$Area = 11,13 \times 6,15 = 68,45 \text{ m}^2$$

$$\Phi = \frac{68,45 \text{ m}^2 \times 300 \text{ luxes}}{0,8 \times 0,79} = 32,492,09 \text{ lux}$$

Cada lámpara cuenta con dos tubos de 40 watts, lo que en total suma 80 watts o 6,400 lux por cada iluminaria. Para calcular el número de lámparas necesarias se utiliza la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\Phi}{P}$$

Donde:

NL = número de lámparas necesarias

Φ = flujo lumínico

P = potencia entregada por cada luminaria

$$NL = \frac{32,492,09 \text{ lux}}{6,400 \text{ lux}} = 5,08 \cong 5 \text{ lámparas}$$

El espaciamiento de lámparas será la raíz cuadrada del área cubierta, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Área cubierta} = \text{Área} \times \text{Total de lámparas}$$

$$\text{Área cubierta} = 68,45 \text{ m}^2 \times 5 \text{ lámparas} = 342,25 \text{ m}^2 \text{ lámparas}$$

$$\text{Espaciamiento} = \sqrt{\text{área cubierta}}$$

$$\text{Espaciamiento} = \sqrt{342,25 \text{ m}^2 \text{ lámparas}} = 18,50$$

Para el cálculo del número de lámparas que se utilizarán a lo largo y lo ancho del área de clasificado se utilizan las siguientes fórmulas:

$$NL_{ancho} = \frac{E}{L}$$

$$NL_{largo} = \frac{E}{A}$$

Donde:

NL = número de lámparas

E = espaciamiento

L = largo

A = ancho

$$NL_{ancho} = \frac{18,50}{11,13} = 1,66 \cong 2 \text{ lámparas}$$

$$NL_{largo} = \frac{18,50}{6,15} = 3,01 \cong 3 \text{ lámparas}$$

Para la segunda área se propone implementar 6 lámparas de 80 watts cada una, distribuidas 2 a lo ancho con una distancia de 2,05 metros entre cada una y 3 a lo largo con una distancia de 2,78 metros entre cada una.

4.2.2. Pisos

Actualmente el área de distribución posee toda su superficie con piso de concreto, este se encuentra en buen estado y únicamente se propone la aplicación de pintura epóxica para mantener la superficie. Este tipo de pintura

es una tinta de alta calidad y espesor, su uso en pisos proporciona una alta resistencia, pues aguanta un intenso tráfico pesado y cambios de temperatura. Es resistente al agua, facilita su limpieza, dando un acabado liso y permite obtener elevados espesores, dotando al piso de una impermeabilización total y con una resistencia mecánica y química. Para la aplicación de la pintura se necesita la preparación del piso, la inspección para asegurar que no tenga impurezas o aberturas y se procede a la aplicación con un rodillo o brocha, el grosor que se recomienda dejar es de 3 a 5 milímetros.

El cálculo del área a cubrir es el resultado de la resta del área total con el área 2, que sería el área que no se incluye debido a que ya cuenta con otro tipo de piso. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Área total} = 12,5 \times 29,6 = 370 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 2} = 11,13 \times 6,15 = 68,45 \text{ m}^2$$

$$\text{Área a pintar} = 370 \text{ m}^2 - 68,45 \text{ m}^2 = 301,55 \text{ m}^2$$

El área total de piso a pintar es de 301,55 m². Para el cálculo de la cantidad de pintura a utilizar se toma un rendimiento de 25m² por cada galón de pintura.

Para el cálculo de cuántos galones se necesitan se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad a utilizar} = \frac{\text{área m}^2}{\text{rendimiento m}^2 \text{ galón}} = \text{galones requeridos}$$

$$Cantidad\ a\ utilizar = \frac{301,55\ m^2}{25\ m^2\ gal\acute{o}n} = 12,06 \cong 13\ galones\ requeridos$$

El total a utilizar es de 13 galones de pintura epóxica.

4.2.3. Pintura

La pintura de las paredes industriales no se refiere únicamente a decoración y protección, sino también al efecto que estas crearán y la manera en que ayudarán a la reflexión de la luz natural o artificial. Para el área de distribución se propone la utilización de pintura con base en aceite, para aumentar la resistencia al paso del tiempo, y de color celeste, el cual produce lo siguiente: estado de ánimo pacífico, relajante, tranquilo y sensación de frío, lo que hace más fresca el área, además da la sensación de mayor tamaño a las habitaciones.

A continuación, se realiza el cálculo de la cantidad de pintura a utilizar. Se debe calcular el área de cada pared, realizar la sumatoria de estas áreas y luego dividir el área total dentro del rendimiento de la pintura, para este caso el rendimiento del esmalte (aceite).

Pared 1 y 3:

$$\acute{A}rea\ 1\ y\ 3 = (10,75 \times 29,6) \times 2 = 636,4\ m^2$$

Pared 2 y 4:

$$\text{Área 2 y 4} = (10,75 \times 12,5 \times 2) - (8 \times 5,5) = 224,75 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{áreas} = 636,4 + 224,75 = 861,15 \text{ m}^2$$

Figura 59. Rendimiento de pinturas

Tipo de pintura	Rendimiento
Esmalte (aceite)	13 m ² por litro
Látex (agua)	10 m ² por litro
Óleo	12 m ² por litro

Fuente: *Rendimiento de pinturas*. <https://cemaco.com/content/hazlo-tu-mismo/como-calculer-la-cantidad-de-pintura-necesaria/>. Consulta: 2 de febrero de 2018.

Para el área total con pintura de esmalte se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad a utilizar} = \frac{\text{área m}^2}{\text{rendimiento m}^2 \text{ litros}} = \text{litros requeridos}$$

$$\text{Cantidad a utilizar} = \frac{861,15 \text{ m}^2}{13 \text{ m}^2 \text{ litros}} = 66,24 \cong 67 \text{ litros requeridos}$$

Tomando en cuenta que cada cubeta cuenta con 5 galones y cada galón con 3,79 litros, las cubetas necesarias para pintar el área de distribución son 4.

4.3. Herramientas para la optimización de actividades

Para poder realizar las operaciones de una manera más eficiente es necesario que dentro de los cambios que se realicen en el área de distribución se incluyan su maquinaria, equipos y estanterías, ya que estos son esenciales en el día a día de las operaciones.

4.3.1. Maquinarias

Se propone adquirir la siguiente maquinaria para lograr una operación más ágil y eficiente, reduciendo tiempos de trabajo y esfuerzos.

- Flejadora: son máquinas muy prácticas y fáciles de manejar. Permiten un flejado rápido y seguro mediante un sistema de rodillo tensor. Existe un accesorio que permite mayor movilidad y comodidad en el desplazamiento de la bobina del fleje. Son de fácil manejo y flejan los bultos sin moverlos de su lugar.
- *Pallet* manual eléctrica: son maquinarias que cuentan con una manija de control que permite vueltas con maniobrabilidad superior, sistema hidráulico de alto desempeño y control integral de grúa. Su sistema de autodesaceleración elimina la necesidad de aplicar manualmente el freno de mano o reducir la velocidad. Todo esto permite que el colaborador reduzca el esfuerzo físico realizado para maniobrar el transporte de materiales dentro del área de distribución.

4.3.2. Equipos

- Espejos de seguridad: son espejos convexos, ofrecen un campo de visión más amplio, ya que están curvados hacia fuera. Se propone colocar este tipo de espejos en el medio de cada pasillo en la zona en la cual se cruzan los pasillos y donde poseen esquinas pronunciadas y otro sobre la pared debajo de la puerta de acceso. De esta forma ayudan a los montacarguistas y personal en general que transita por el área de distribución, ya que permiten mejorar la visibilidad en puntos donde es limitada, detrás de curvas o esquinas. De esta forma se evitan accidentes leves, por choque entre personas, o accidentes más graves, por choque entre un montacargas o *pallet trucks* y un trabajador.

4.3.3. Estanterías

Con base en la nueva distribución se propone la implementación de 5 nuevas estanterías, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. Distribución de estanterías

Estantería	Lado	Número de niveles	Pasillo en el que se encuentra	Numeración	Numeración del frente
A	Izquierdo	3	1	1-12	
B	Izquierdo	4	2	1-12	1-4
C	Izquierdo	4	3	13-24	1-4
	Derecho	4	2	1-12	

Continuación Tabla XXVIII

D	Derecho	4	3	1-16	
E	Izquierdo	3		1-12	

Fuente: elaboración propia.

Es importante que para mantener el orden y la eficiencia de la operación se conozca en todo momento la disponibilidad de cada espacio dentro de las estanterías, es por eso que se propone la siguiente hoja de control, la cual llevará la disponibilidad de cada estantería a través de un porcentaje de ocupación, donde 0 % significa vacío y 100 % ocupado.

Figura 60. Control de disponibilidad en estanterías

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
A	3	100%	0%	
	2	100%	100%	
	1	100%	100%	

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
B	4				
	3				
	2				
	1				

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
C 1	4				
	3				
	2				
	1				

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
C 2	4				
	3				
	2				
	1				

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
D	4				
	3				
	2				
	1				

Estantería	Nivel	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
E	3				
	2				
	1				

Fuente: elaboración propia.

4.4. Operaciones de logística

La logística se encarga de que las actividades que se realizan diariamente dentro del área de distribución funcionen de forma correcta, y de que el abastecimiento, adquisición, planificación y coordinación de actividades operativas sean actividades eficientes.

4.4.1. Control y orden de entradas y salidas de insumos y materiales

El control de estas actividades determina que se tenga un dato real de lo que realmente se tiene en bodega. Es por esto que se propone implementar las siguientes hojas de cálculo.

- Hoja de ingresos: esta hoja de cálculo permite llevar el control de todos los ingresos de material nuevo que se den en el área de almacenamiento, todos aquellos despachos realizados por parte del proveedor. Su forma de llenado se explicará en una capacitación previa a su implementación, la cual será dada a todo el personal relacionado.

Figura 61. **Ingreso a bodega**

Ingresos a Bodega							
No. de Ingreso	Fecha	Proyecto asignado	Contratista encargada	material #1	material #2	material #3	material #4
				Código	Código	Código	Código
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
TOTAL				0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

- Hoja de despacho: esta hoja de cálculo ayuda al control de todos los despachos realizados a cada cuadrilla de trabajo y a su vez actualiza la cantidad de material existente. Su forma de llenado se explicará en una capacitación previa a su implementación, la cual será dada a todo el personal relacionado.

Figura 62. **Despacho de bodega**

Despacho de Bodega							
No. de despacho	Fecha	Proyecto asignado	Contratista encargada	material #1	material #2	material #3	material #4
				Código	Código	Código	Código
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
			TOTAL	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

- Hoja de devolución: esta hoja de cálculo ayuda al control de todas las devoluciones realizadas por las cuadrillas de trabajo, permite que este inventario no se mezcle con los materiales que se clasifican como nuevos. Su forma de llenado se explicará en una capacitación previa a su implementación, la cual será dada a todo el personal relacionado.

Figura 63. **Devoluciones en bodega**

Devoluciones en Bodega								
No. de despacho	Fecha	Proyecto asignado	Contratista encargada	material #1	material #2	material #3	material #4	Observaciones
				Código	Código	Código	Código	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
			TOTAL	0	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. **Recepción de nuevos pedidos**

Se propone dos diagramas de operaciones con el fin de estandarizar el proceso de recepción de nuevos pedidos para eliminar mudas y tiempos que se pueden optimizar.

Figura 64. **Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor**

Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Entrega de nuevos materiales y suministros por parte del proveedor

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Propuesto

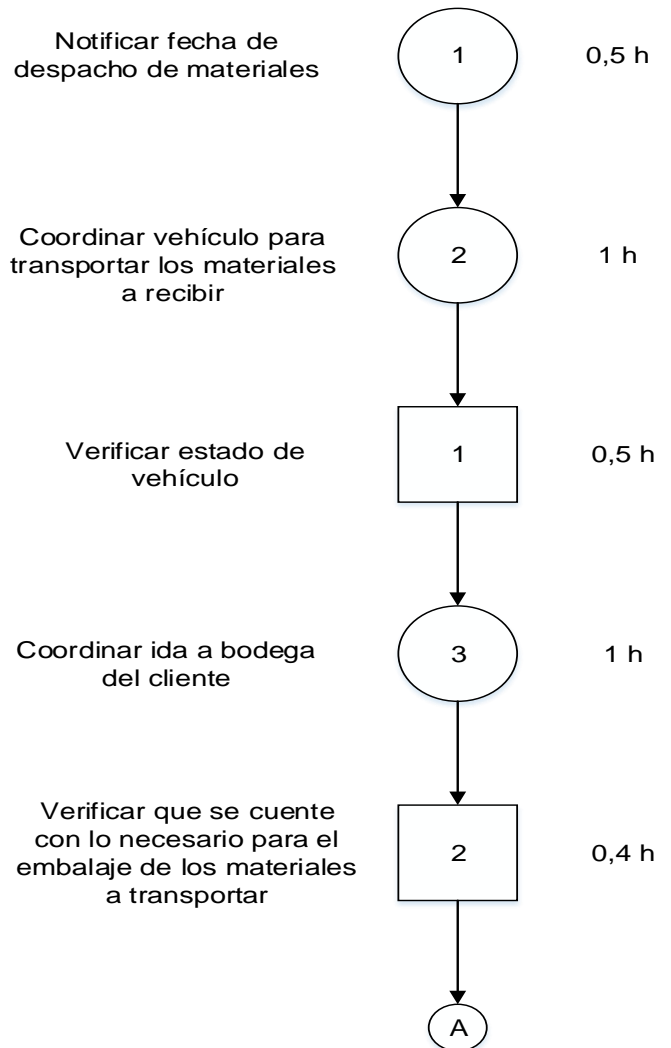


Diagrama de operaciones de entrega de materiales y suministros por parte del proveedor

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Solicitud de nuevos materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Propuesto

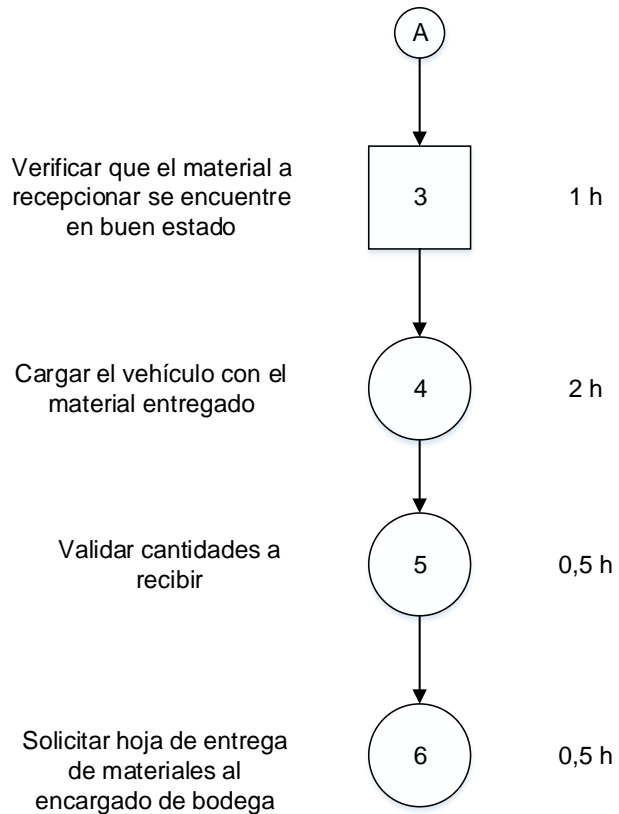


Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	6	5,5 h
□	Inspección	3	1,9 h

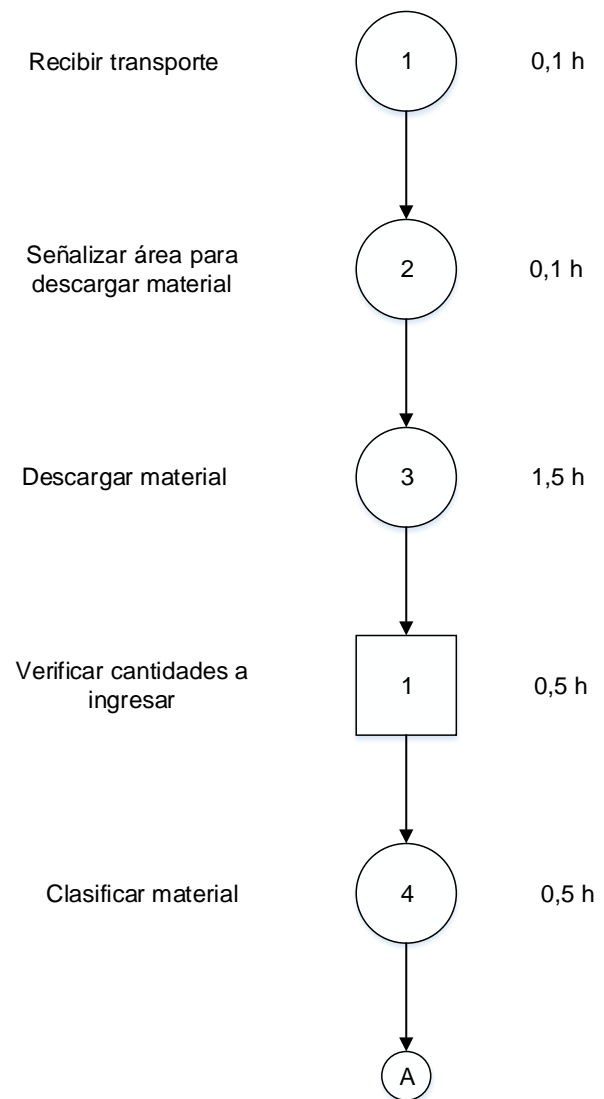
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

Figura 65. **Diagrama de operaciones de ingreso a bodega de materiales y suministros**

Diagrama de operaciones del ingreso a bodega de materiales y suministros

Empresa: Conectiva
Área: Distribución
Nombre del proceso: Ingreso a Bodega de Materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
Autor: Estefany Velásquez
Método propuesto



**Diagrama de operaciones del ingreso a bodega
de materiales y suministros**

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Ingreso a Bodega de
 Materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método propuesto

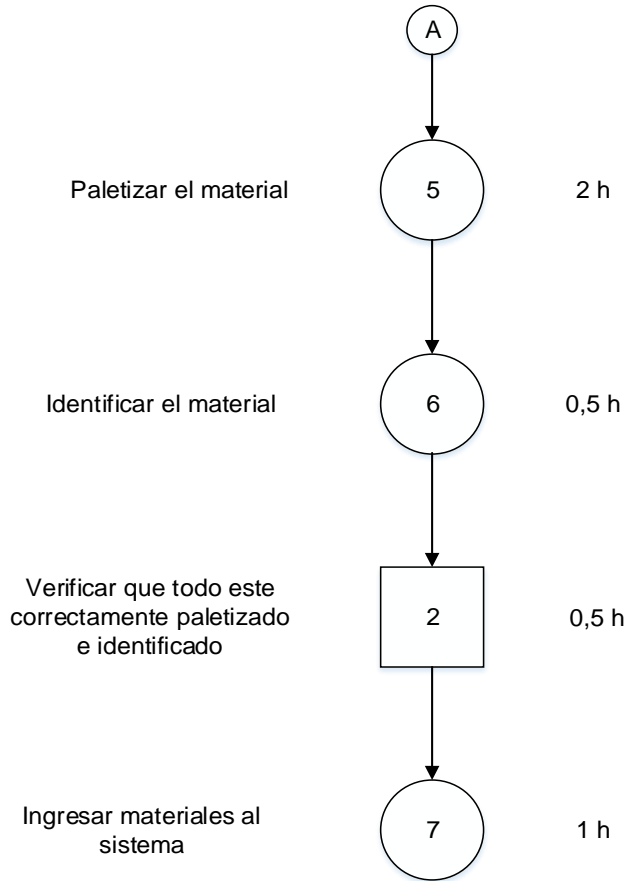


Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	7	5,7 h
□	Inspección	2	1 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

4.4.3. Almacenamiento de materiales de insumos

El almacenamiento consiste en el debido resguardo de materiales afines, manteniendo las condiciones de infraestructura y procedimientos de la mejor manera, con el objetivo de garantizar la calidad y buen estado de los materiales. Para lograr estos objetivos se debe cumplir con ciertas características:

- Materiales del almacén o del área de almacenamiento de fácil limpieza.
- Programación de limpieza con frecuencia, para evitar acumulación de residuos o basura.
- Temperatura adecuada a cada producto que ayude a mantener el producto en buen estado.
- Empaque adecuado a cada material para garantizar el buen estado físico y presentación del producto.
- Se debe tener una distribución adecuada en cada *rack* para evitar mezcla de materiales, el aprovechamiento máximo del espacio físico y los productos con más rotación al alcance.

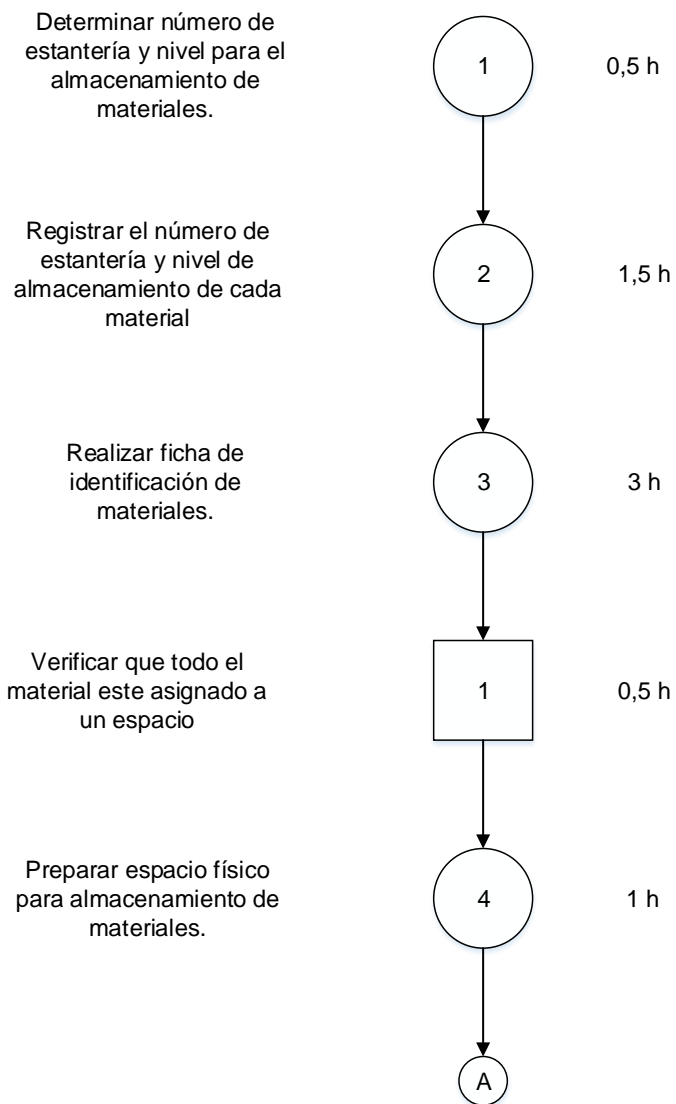
Para el desarrollo y conocimiento de las nuevas actividades a implementar en el proceso de almacenamiento se propone el siguiente diagrama de operaciones:

Figura 66. **Diagrama de operaciones de almacenamiento en bodega de materiales y suministros**

Diagrama de operaciones del almacenamiento en bodega de materiales y suministros

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Almacenamiento de materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método propuesto



**Diagrama de operaciones del almacenamiento
en bodega de materiales y suministros**

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Almacenamiento de
 materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método propuesto

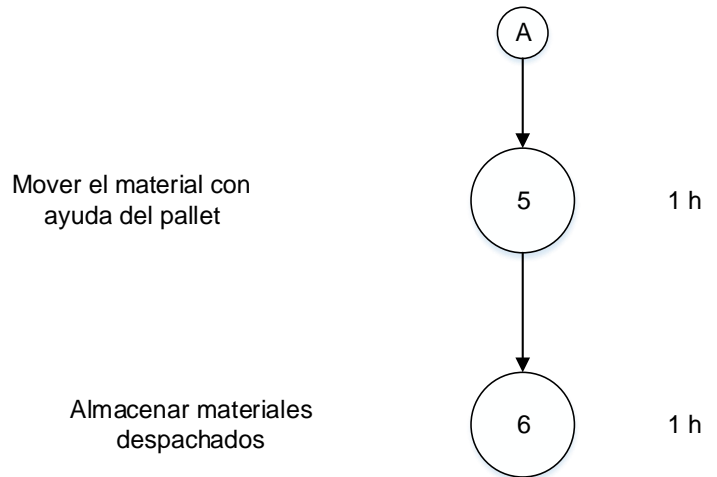


Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	6	8 h
□	Inspección	1	0,5 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

Para cumplir con este nuevo procedimiento es necesario implementar nuevas formas de registro y control, por lo que se proponen los siguientes formatos:

- **Ficha de identificación de material:** este formato de identificación ayudará al personal de bodega a identificar y asignar de manera correcta todos los materiales que estén ingresando al área de almacenamiento. Las medidas de la ficha deben ser de 12 centímetros de alto por 20 centímetros de ancho, para que la información sea visible para los colaboradores.

Figura 67. **Ficha de identificación**

Ficha de identificación de material		
Nombre:		
Código del Material:		
Estantería:	Nivel:	Espacio:

Fuente: elaboración propia.

- **Hoja de control de inventario:** esta hoja de cálculo permite unificar todas las hojas de control y poder tener actualizada las cantidades reales

existentes dentro de la bodega, mostrando su ubicación actual dentro de las instalaciones.

Figura 68. **Control de inventario**

No.	Codigo del Material	Nombre del Material	Estanteria	Nivel	Espacio	Proyecto	Cantidad en Inventario	Ingresos	Despachos	Devoluciones	Observaciones
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
						TOTAL	0	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

4.4.4. Preparación del pedido

Se propone un nuevo diagrama de operaciones para las actividades relacionadas a la solicitud de nuevos pedidos. Este se detalla a continuación:

Figura 69. **Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros a proveedores**

Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros a proveedores

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Solicitud de nuevos materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método propuesto

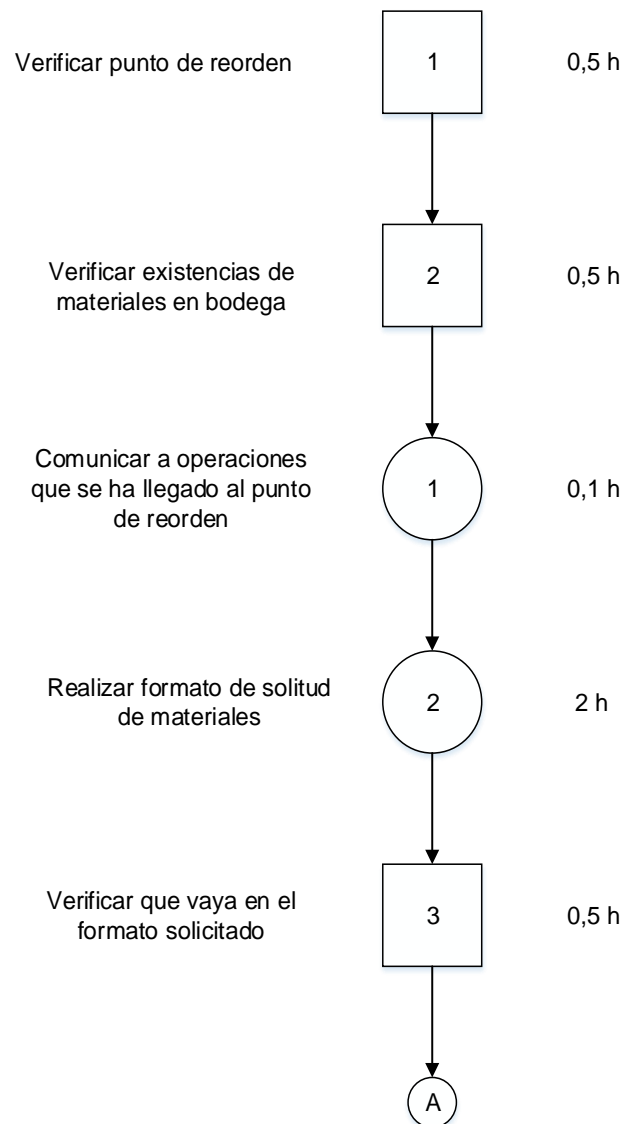


Diagrama de operaciones de la solicitud de materiales y suministros a proveedores

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Solicitud de nuevos materiales y suministros

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método propuesto

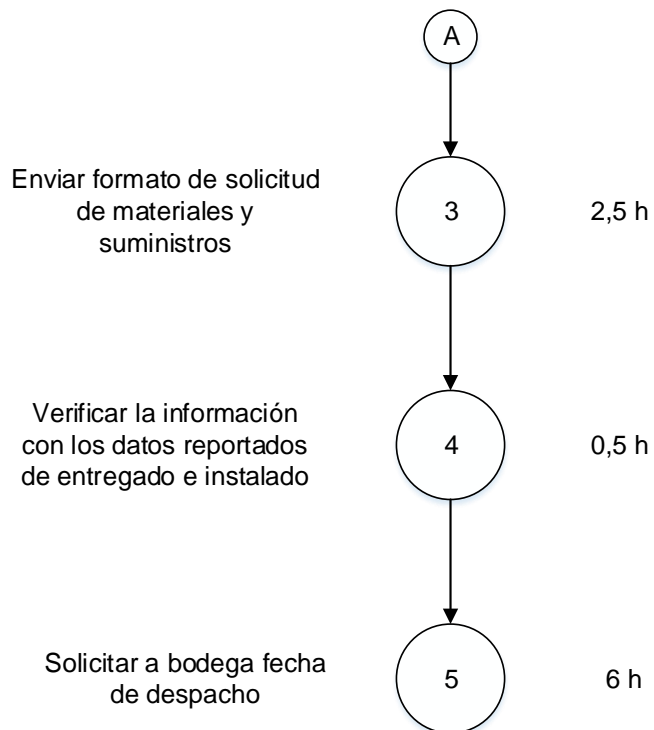


Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	5	11,1 h
□	Inspección	3	1,5 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

4.4.5. Despacho

Es importante lograr estandarizar todas las actividades relacionadas a esta operación, ya que los atrasos en esta son los que están más al alcance y percepción de las cuadrillas de trabajo. Las operaciones a realizar se detallan a continuación:

Figura 70. **Diagrama de operaciones de despacho a cuadrillas de trabajo**

Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Despacho a cuadrillas de trabajo

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Propuesto

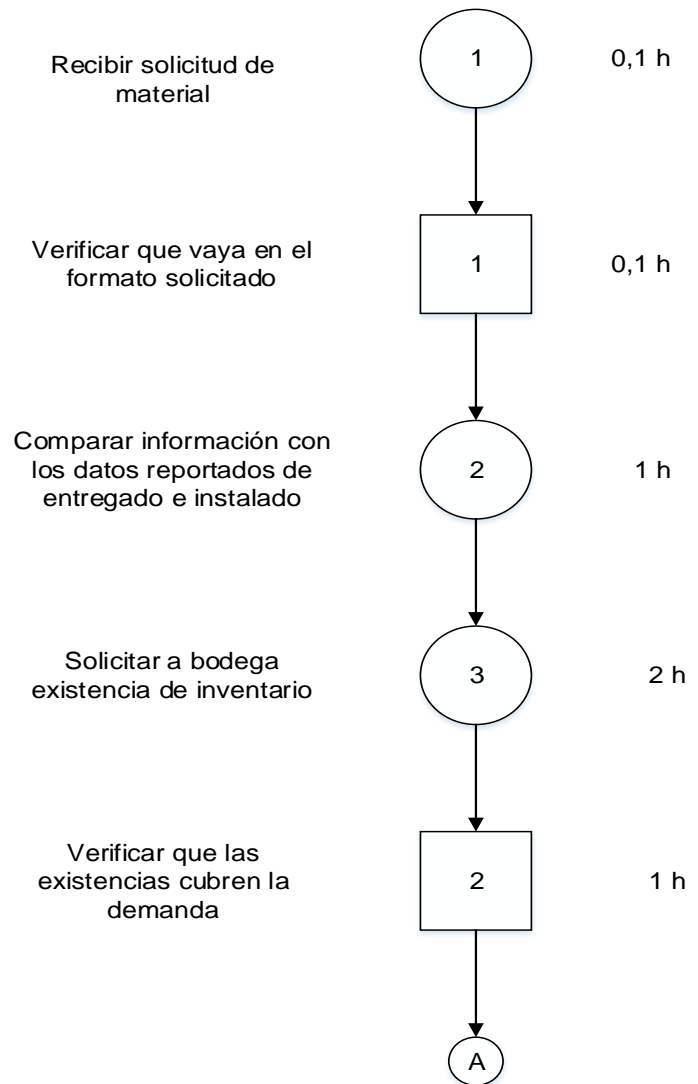


Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo

Empresa: Conectiva
Área: Distribución
Nombre del proceso: Despacho a cuadrillas de trabajo

Fecha: 22/1/2018
Autor: Estefany Velásquez
Método Propuesto

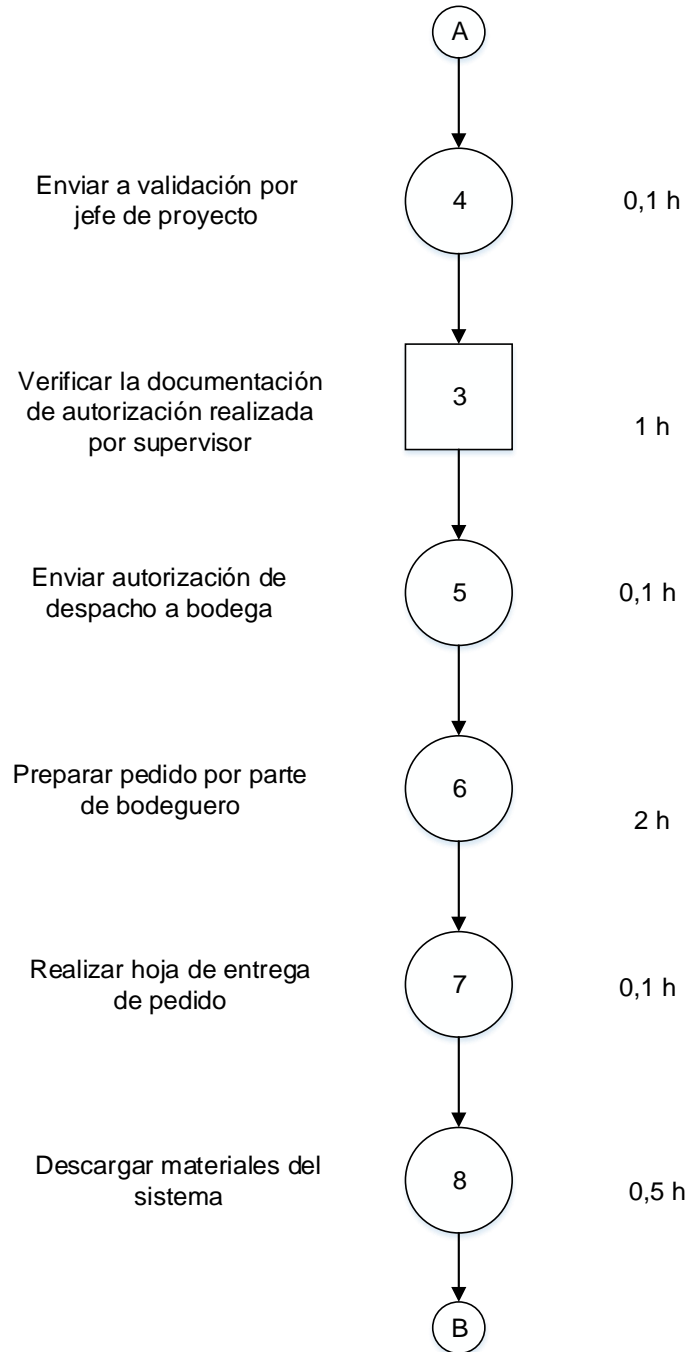


Diagrama de operaciones del despacho a cuadrillas de trabajo

Empresa: Conectiva
 Área: Distribución
 Nombre del proceso: Despacho a cuadrillas de trabajo

Fecha: 22/1/2018
 Autor: Estefany Velásquez
 Método Propuesto

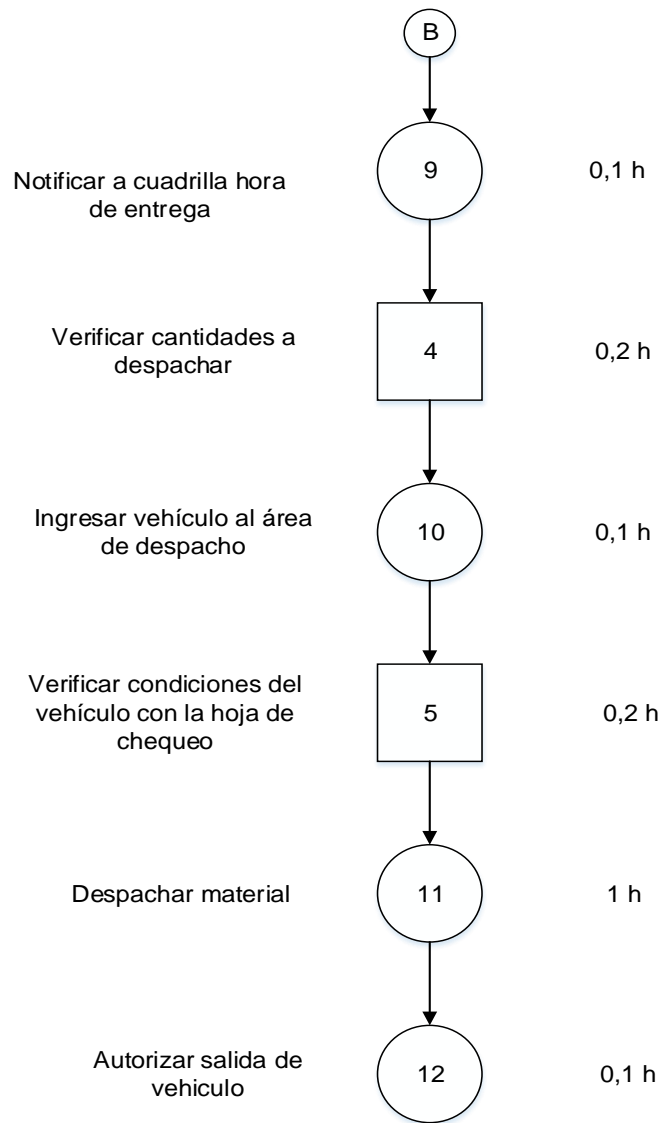


Figura	Descripción	Total de operaciones	Tiempo Total
○	Operación	12	7,2 h
□	Inspección	5	2,5 h

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Profesional.

Para cumplir con este nuevo procedimiento es necesario implementar el siguiente formato:

- Formato de despacho de material: esta hoja de cálculo servirá para llevar el registro de todas las salidas de material que existan dentro del área de almacenamiento. Su forma de llenado se explicará en una capacitación previa a su implementación, la cual será dada a todo el personal relacionado.

Figura 71. **Despacho de material**

Despacho de Material				
Proyecto: _____			Fecha: _____	
Nombre de quien entrega: _____			Hora: _____	
Nombre de quien recibe: _____			Empresa: Conectiva	
			Empresa: _____	
No.	Código	Cantidad	Material	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
_____			_____	
Encargado de Bodega			Encargado de cuadrilla de trabajo	

Fuente: elaboración propia.

4.5. Control de inventarios

4.5.1. Explosión de materiales

Es una planeación de requerimientos de materiales y sus cantidades, es decir qué productos se componen de otros productos. La explosión de materiales dentro del área de distribución es planear las cantidades que se van a necesitar de suministros como cajas, etiquetas y tarimas, para tener el producto listo para almacenarse.

En la siguiente tabla se describe el tipo y cantidad de suministros que se manejan dentro de la bodega, tomando en cuenta el nivel de inventario.

Tabla XXIX. **Cantidad de suministros**

Suministro	Cantidad
Cajas	632
Etiquetas	632
Tarimas	158

Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Nivel teórico de consumo

El nivel teórico de consumo muestra el flujo del inventario, que depende de la demanda que tiene cada material que se utiliza dentro de los distintos proyectos. En las siguientes tablas se muestran sus cantidades y porcentajes de este flujo:

Tabla XXX. Flujo de inventario de reordenamiento de fusibles

	Descripción del producto	Unidad	Flujo de inventario	% de Flujo de inventario
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	metro	5549	36,59%
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	3197	21,08%
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	2993	19,74%
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	1428	9,42%
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	metro	628	4,14%
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	620	4,09%
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	154	1,02%
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	135	0,89%
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	130	0,86%
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	123	0,81%
11	Grapa Q	pieza	113	0,75%
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	45	0,30%
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	36	0,24%
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	7	0,05%
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	4	0,03%
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	3	0,02%

Continuación Tabla XXX

17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0	0,00%
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0	0,00%
19	Remate rediable	pieza	0	0,00%
		TOTAL	15 165	100,00%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXXI. Flujo de inventario de transferencia y desmontaje

	Descripción del producto	Unidad	Flujo de inventario	% de Flujo de inventario
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	2149	28,10%
2	Cinchos Plásticos	Pieza	1975	25,82%
3	Conector Externo para RG6	Pieza	1224	16,00%
4	Filtros MHP 50	Pieza	795	10,39%
5	Grapas Q	Pieza	374	4,89%
6	Marchamos Amarillos	Pieza	286	3,74%
7	Marchamos Azules	Pieza	258	3,37%
8	Marchamos Naranjas	Pieza	251	3,28%
9	Block de tierra	Pieza	148	1,93%
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	55	0,72%
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	46	0,60%
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	30	0,39%
13	Tap RG6 de 6	Pieza	22	0,29%
14	Conector Interno para RG6	Pieza	19	0,25%
15	Splitter de 2	Pieza	10	0,13%
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	4	0,05%
17	Splitter de 3	Pieza	1	0,01%
18	Splitter de 4	Pieza	1	0,01%
19	Tap RG6 de 12	Pieza	1	0,01%

Continuación Tabla XXXI

20	<i>tap 17x 2</i>	Pieza	0	0,00%
21	<i>tap7x4</i>	Pieza	0	0,00%
22	<i>tap 10*8</i>	Pieza	0	0,00%
23	<i>tap14x8</i>	Pieza	0	0,00%
24	<i>tap 23x8</i>	Pieza	0	0,00%
25	<i>tap 23x4</i>	Pieza	0	0,00%
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0	0,00%
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0	0,00%
28	Carga Terminal	Pieza	0	0,00%
29	Cable con mensajero 540	metro	0	0,00%
30	<i>Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)</i>	Pieza	0	0,00%
31	<i>Tap 4 vías 14dB (Mult=20)</i>	Pieza	0	0,00%
32	<i>Tap 4 vías 20dB (Mult=20)</i>	Pieza	0	0,00%
33	<i>Tap RG6 de 9</i>	Pieza	0	0,00%
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0	0,00%
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0	0,00%
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0	0,00%
		TOTAL	7649	100,00%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.5.3. Nivel de reorden

Es el nivel de inventario de un material y señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento. Para el cálculo de este punto se toman en cuenta los tiempos de emisión del pedido y de recepción del mismo. Para el área de distribución es importante tener este valor en cuenta, para evitar desabastecimientos y paros de producción como consecuencia. A continuación se presenta su cálculo:

$$R = (D * T_e) + B$$

Donde:

R = punto de reorden

D = demanda promedio

B = inventario de seguridad

Te= tiempo de entrega promedio

Las cantidades de demanda y tiempo de entrega se toman en días y con base en los datos proporcionados por el área de distribución. A continuación se presenta una tabla con el cálculo del punto de reorden para cada material por proyecto:

Tabla XXXII. Punto de reorden de reordenamiento de fusibles

	Descripción del producto	Unidad	Demanda diaria	Tiempo de entrega	Inventario de seguridad	Punto de reorden
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	Metro	92,48	15	462,42	1849,67
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	Pieza	53,28	15	266,42	1065,67
3	FUSIBLE MECANICO	Pieza	49,88	15	249,42	997,67
4	GRAPA ACERO-ACERO	Pieza	23,8	15	119,00	476,00
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	Metro	10,47	15	52,33	209,33
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	10,33	15	51,67	206,67
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	2,57	15	12,83	51,33
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	2,25	15	11,25	45,00
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	2,17	15	10,83	43,33
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	2,05	15	10,25	41,00
11	Grapa Q	pieza	1,88	15	9,42	37,67
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	0,75	15	3,75	15,00
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	0,6	15	3,00	12,00
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0,12	15	0,58	2,33

Continuación Tabla XXXII

15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	0,07	15	0,33	1,33
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	0,05	15	0,25	1,00
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0.00	15	0,00	0,00
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0.00	15	0,00	0,00
19	Remate rediable	pieza	0.00	15	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Punto de reorden de transferencia y desmontaje

	Descripción del producto	Unidad	Demanda diaria	Tiempo de entrega	Inventario de seguridad	Punto de reorden
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	42,98	15	214,9	859,6
2	Cinchos Plásticos	Pieza	39,5	15	197,5	790
3	Conector Externo RG6	Pieza	24,48	15	122,4	489,6
4	Filtros MHP 50	Pieza	15,9	15	79,5	318
5	Grapas Q	Pieza	7,48	15	37,4	149,6
6	Marchamos Amarillos	Pieza	5,72	15	28,6	114,4
7	Marchamos Azules	Pieza	5,16	15	25,8	103,2
8	Marchamos Naranjas	Pieza	5,02	15	25,1	100,4
9	Block de tierra	Pieza	2,96	15	14,8	59,2
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	1,1	15	5,5	22
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	0,92	15	4,6	18,4
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	0,6	15	3	12
13	Tap RG6 de 6	Pieza	0,44	15	2,2	8,8
14	Conector Interno RG6	Pieza	0,38	15	1,9	7,6
15	Splitter de 2	Pieza	0,2	15	1	4

Continuación Tabla XXXIII

16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,08	15	0,4	1,6
17	<i>Splitter</i> de 3	Pieza	0,02	15	0,1	0,4
18	<i>Splitter</i> de 4	Pieza	0,02	15	0,1	0,4
19	<i>Tap</i> RG6 de 12	Pieza	0,02	15	0,1	0,4
20	<i>tap</i> 17x 2	Pieza	0	15	0	0
21	<i>tap</i> 7x4	Pieza	0	15	0	0
22	<i>tap</i> 10*8	Pieza	0	15	0	0
23	<i>tap</i> 14x8	Pieza	0	15	0	0
24	<i>tap</i> 23x8	Pieza	0	15	0	0
25	<i>tap</i> 23x4	Pieza	0	15	0	0
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0	15	0	0
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0	15	0	0
28	Carga Terminal	Pieza	0	15	0	0
29	Cable con mensajero 540	metro	0	15	0	0
30	<i>Tap</i> 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0	15	0	0
31	<i>Tap</i> 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0	15	0	0
32	<i>Tap</i> 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0	15	0	0
33	<i>Tap</i> RG6 de 9	Pieza	0	15	0	0
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0	15	0	0
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0	15	0	0
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0	15	0	0

Fuente: elaboración propia.

4.5.4. Nivel mínimo de existencia

Son las cantidades mínimas de material que la empresa debe mantener habitualmente en su almacén para satisfacer las necesidades y no detener

operaciones ni producción. La fórmula para determinar el nivel mínimo de existencia es la siguiente:

$$N_M = (C_M * T_M) + B$$

Donde:

N_M = nivel mínimo de existencia

C_M = consumo máximo

T_M = tiempo de reposición máximo

B = Inventario de seguridad

A continuación se presenta una tabla con el cálculo del nivel mínimo de existencia para cada material por proyecto:

Tabla XXXIV. **Nivel mínimo de existencia de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Demanda diaria máxima	Tiempo de entrega máximo	Inventario de seguridad	Nivel mínimo de existencia
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	M	110,98	25	554,90	3329,40
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	63,94	25	319,70	1918,20
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	59,86	25	299,30	1795,80
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	28,56	25	142,80	856,80

Continuación Tabla XXXIV

5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	M	12,56	25	62,80	376,80
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	12,40	25	62,00	372,00
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	3,08	25	15,40	92,40
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	2,70	25	13,50	81,00
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	2,60	25	13,00	78,00
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	2,46	25	12,30	73,80
11	Grapa Q	pieza	2,26	25	11,30	67,80
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	0,90	25	4,50	27,00
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	0,72	25	3,60	21,60
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0,14	25	0,70	4,20
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	0,08	25	0,40	2,40
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	0,06	25	0,30	1,80
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0,00	25	0,00	0,00
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0,00	25	0,00	0,00
19	Remate rediable	pieza	0,00	25	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Nivel mínimo de existencia de transferencia y desmontaje

	Descripción del producto	Unidad	Demanda diaria máxima	Tiempo de entrega máximo	Inventario de seguridad	Nivel mínimo de existencia
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	53,73	25	268,63	1611,75
2	Cinchos Plásticos	Pieza	49,38	25	246,88	1481,25
3	Conector Externo para RG6	Pieza	30,60	25	153,00	918,00
4	Filtros MHP 50	Pieza	19,88	25	99,38	596,25
5	Grapas Q	Pieza	9,35	25	46,75	280,50
6	Marchamos Amarillos	Pieza	7,15	25	35,75	214,50
7	Marchamos Azules	Pieza	6,45	25	32,25	193,50
8	Marchamos Naranjas	Pieza	6,28	25	31,38	188,25
9	Block de tierra	Pieza	3,70	25	18,50	111,00
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	1,38	25	6,88	41,25
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	1,15	25	5,75	34,50
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	0,75	25	3,75	22,50
13	Tap RG6 de 6	Pieza	0,55	25	2,75	16,50
14	Conector Interno para RG6	Pieza	0,48	25	2,38	14,25
15	Splitter de 2	Pieza	0,25	25	1,25	7,50
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,10	25	0,50	3,00
17	Splitter de 3	Pieza	0,03	25	0,13	0,75
18	Splitter de 4	Pieza	0,03	25	0,13	0,75
19	Tap RG6 de 12	Pieza	0,03	25	0,13	0,75
20	tap 17x 2	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
21	tap7x4	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
22	tap 10*8	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
23	tap14x8	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
24	tap 23x8	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
25	tap 23x4	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0,00	25	0,00	0,00

Continuación Tabla XXXV

27	Pin conector para cable 540	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
28	Carga Terminal	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
29	Cable con mensajero 540	metro	0,00	25	0,00	0,00
30	Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
31	Tap 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
32	Tap 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
33	Tap RG6 de 9	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0,00	25	0,00	0,00
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0,00	25	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

4.5.5. Pedido óptimo

Para la empresa es importante poder determinar las cantidades óptimas a mantener en inventario, ya que si se mantiene un gran volumen de existencias se disminuye el riesgo de parar la producción, pero mantener ese volumen de existencias aumenta los costos relacionados al almacenamiento. Por otra parte, tener un bajo volumen de existencias rebaja los costos relacionados al almacenamiento, pero aumenta el riesgo de no mantener la producción constante. Es por eso que se debe determinar el volumen de existencias en inventario que, con el menor costo, mantengan una cantidad suficiente para poder satisfacer la demanda de las cuadrillas de trabajo. El cálculo de dichas cantidades se realiza a través de la cantidad óptima de pedido, el cual se muestra a continuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_a}}$$

Donde:

Q* = cantidad óptima del pedido

D = demanda anual

Co = costo de preparación por pedido

Ca= costo de almacenamiento

En las siguientes tablas se muestran las cantidades óptimas obtenidas para cada material dentro de los proyectos en estudio, tomando como costo de preparación un valor de Q 12 y un costo de almacenamiento de Q. 10.

Tabla XXXVI. **Pedido óptimo de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Demanda Anual	Co	Ca	Q*
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" GROSOR	M	22196	Q12,00	Q10,00	230,80
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8"	pieza	12788	Q12,00	Q10,00	175,19
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	11972	Q12,00	Q10,00	169,51
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	5712	Q12,00	Q10,00	117,08
5	Cable de Acero 1/4"	M	2512	Q12,00	Q10,00	77,65
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	2480	Q12,00	Q10,00	77,15
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	616	Q12,00	Q10,00	38,45
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	540	Q12,00	Q10,00	36,00

Continuación Tabla XXXVI

9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	520	Q12,00	Q10,00	35,33
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	492	Q12,00	Q10,00	34,36
11	Grapa Q	pieza	452	Q12,00	Q10,00	32,94
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	180	Q12,00	Q10,00	20,78
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	144	Q12,00	Q10,00	18,59
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	28	Q12,00	Q10,00	8,20
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	16	Q12,00	Q10,00	6,20
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	12	Q12,00	Q10,00	5,37
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0	Q12,00	Q10,00	0,00
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0	Q12,00	Q10,00	0,00
19	Remate rediable	pieza	0	Q12,00	Q10,00	0,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXXVII. **Pedido óptimo de transferencia y desmontaje**

	Descripción del producto	Unidad	Demanda anual	Co	Ca	Q*
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	10745	Q 12,00	Q 10,00	160,59
2	Cinchos Plásticos	Pieza	9875	Q 12,00	Q 10,00	153,95
3	Conector Externo para RG6	Pieza	6120	Q 12,00	Q 10,00	121,19
4	Filtros MHP 50	Pieza	3975	Q 12,00	Q 10,00	97,67
5	Grapas Q	Pieza	1870	Q 12,00	Q 10,00	66,99

Continuación Tabla XXXVII

6	Marchamos Amarillos	Pieza	1430	Q 12,00	Q 10,00	58,58
7	Marchamos Azules	Pieza	1290	Q 12,00	Q 10,00	55,64
8	Marchamos Naranjas	Pieza	1255	Q 12,00	Q 10,00	54,88
9	Block de tierra	Pieza	740	Q 12,00	Q 10,00	42,14
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	275	Q 12,00	Q 10,00	25,69
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	230	Q 12,00	Q 10,00	23,49
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	150	Q 12,00	Q 10,00	18,97
13	Tap RG6 de 6	Pieza	110	Q 12,00	Q 10,00	16,25
14	Conector Interno para RG6	Pieza	95	Q 12,00	Q 10,00	15,10
15	Splitter de 2	Pieza	50	Q 12,00	Q 10,00	10,95
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	20	Q 12,00	Q 10,00	6,93
17	Splitter de 3	Pieza	5	Q 12,00	Q 10,00	3,46
18	Splitter de 4	Pieza	5	Q 12,00	Q 10,00	3,46
19	Tap RG6 de 12	Pieza	5	Q 12,00	Q 10,00	3,46
20	tap 17x 2	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
21	tap7x4	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
22	tap 10*8	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
23	tap14x8	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
24	tap 23x8	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
25	tap 23x4	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
28	Carga Terminal	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
29	Cable con mensajero 540	metro	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
30	Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
31	Tap 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
32	Tap 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
33	Tap RG6 de 9	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0	Q 12,00	Q 10,00	0,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.6. Seguridad industrial

La seguridad industrial tiene como finalidad promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones. Entre mejor salud tienen los empleados, mayor será la productividad.

4.6.1. Equipo de seguridad industrial

Actualmente la empresa en estudio, como parte de su seguridad industrial, no tiene implementado el uso de equipo de protección personal (EPP) para las tareas rutinarias dentro del área de distribución. Por dicha razón se propone el uso obligatorio de este para todos los colaboradores del área. El tipo de equipo, las cantidades y monto de inversión para la empresa se detalla a continuación:

Tabla XXXVIII. Costo de equipo de protección personal

Equipo de Protección Personal					
Equipo	Uso	Cantidad	Precio		Total
Casco de Protección	Protección de cabeza	6	Q	98,50	Q 591,00
Chaleco Refractivo con Bolsas	Protección corporal	6	Q	45,00	Q 270,00
Guante resistente al corte	Protección de manos	6	Q	46,50	Q 279,00
Bota de Cuero, dieléctrica	Protección de pies	6	Q	215,00	Q 1290,00
Lentes de protección	Protección de ojos	6	Q	11,95	Q 71,70
Tapones reusables con cordón	Protección auditiva	6	Q	3,00	Q 18,00
TOTAL					Q 2519,70

Fuente: elaboración propia.

4.6.2. Señalización

Actualmente la empresa no cuenta con un sistema de señalización, lo cual aumenta la probabilidad de incidentes y accidentes dentro de la nave. Tomando en cuenta las dimensiones, la distribución de las instalaciones, sus salidas y entradas, se detalla a continuación las señales a implementar, cantidades, dimensiones y costo de inversión para la empresa. Para la selección de las dimensiones de las señales y las cantidades se toma como referencia un ángulo de visión de 10 metros. Estas son fabricadas sobre una base de PVC de 3 mm con dimensiones de 20 X 30 centímetros.

Tabla XXXIX. **Costos de señalización**

Señal	Cantidad	Precio	TOTAL
Salida Flecha abajo	1	Q 40,00	Q 40,00
Ruta de Evacuación Flecha derecha	2	Q 40,00	Q 80,00
Ruta de Evacuación Flecha izquierda	4	Q 40,00	Q 160,00
Botiquín primeros auxilios	1	Q 40,00	Q 40,00
Salida de emergencia	1	Q 45,00	Q 45,00
Punto de Reunión	1	Q 40,00	Q 40,00
Extintor	3	Q 40,00	Q 120,00
Utilice Paso de Seguridad	2	Q 40,00	Q 80,00
Cuidado Tránsito de Montacargas/ Precaución paso de montacargas	1	Q 40,00	Q 40,00
Área de Pallet <i>Trucks</i>	1	Q 40,00	Q 40,00
Área de <i>Trocket</i>	1	Q 40,00	Q 40,00

Continuación de Tabla XXXIX

Uso Obligatorio de Casco de Seguridad	1	Q 40,00	Q 40,00
Uso Obligatorio de botas de Seguridad	2	Q 40,00	Q 80,00
Uso Exclusivo Utensilios Limpieza	1	Q 40,00	Q 40,00
Sujetar Carga Previo a Partir	1	Q 40,00	Q 40,00
Prohibido el Ingreso (Solo personal autorizado)	2	Q 40,00	Q 80,00
Prohibido Fumar	1	Q 40,00	Q 40,00
		Total	Q 1045,00

Fuente: elaboración propia.

4.6.3. Plan de contingencia

- Evaluación de riesgos:
 1. Desastres naturales, terremotos, inundaciones, huracanes: 1
 2. Accidentes en el área de trabajo:10
 3. Conato de fuego dentro del área de distribución: 4
 4. Incendio de la bodega de materiales: 2
 5. Pérdida de información por falla de los sistemas:8
 6. Problemas administrativos:9
 7. Robo de producto o material: 7
 8. Robos de información: 6
 9. Ausencia de cuadrilla de trabajo: 8

- Identificación de los escenarios

Desastres naturales:

- En el peor de los casos pueden dañar drásticamente la infraestructura de la bodega de materiales, imposibilitando su acceso. Además existe la posibilidad de daño total de los materiales y suministros almacenados, deteniendo la producción diaria en campo por varias semanas.
- En el caso más probable la bodega sufre daños que se pueden reparar en cuestión de días y el daño de materiales únicamente es parcial, lo cual para la producción únicamente por un par de días.
- En el mejor de los casos la bodega solo sufre daños en el orden y distribución, sin tener ningún daño severo, los materiales no sufren ningún daño, únicamente su embalaje y la producción no llega a sufrir paros.

Accidentes en el área de trabajo:

- En el peor de los casos existe muerte instantánea del colaborador.
- En el caso más probable el colaborador sufre daños severos a su integridad física y debe ser trasladado inmediatamente a un centro hospitalario. Se debe suspender al colaborador por el tiempo indicado por el médico.
- En el mejor de los casos el colaborador únicamente sufre daños leves, los cuales pueden ser tratados o curados con lo que contiene el botiquín de primeros auxilios. No se requiere suspensión del colaborador.

Conato de fuego dentro del área de distribución:

- En el peor de los casos provoca un incendio dentro de la bodega de materiales, dañando con esto los materiales y suministros almacenados.
- En el caso más probable daña cierto material, sin embargo logra ser controlado sin causar mayor pérdida.
- En el mejor de los casos no daña ningún material ni herramienta dentro de la bodega, es fácilmente controlado.

Incendio de la bodega de materiales:

- En el peor de los casos provoca la pérdida total de los materiales, herramientas, equipos y maquinaria almacenada. Si se produce en horario laboral puede provocar quemaduras de tercer grado o la muerte de algún colaborador.
- En el caso más probable provoca la pérdida parcial de los materiales, herramientas, equipos y maquinaria almacenada. Si se produce en horario laboral puede provocar quemaduras de segundo grado superficial y segundo grado profundo.
- En el mejor de los casos es controlado a tiempo y provoca quemadura de algunos materiales y daño en alguna maquinaria y equipo sin producir pérdida total. Si se produce en horario laboral los colaboradores logran evacuar a tiempo y no existen daños físicos para los colaboradores.

Pérdida de información por falla de los sistemas:

- En el peor de los casos provoca paro en las actividades diarias al no contar con un sistema para registrar las salidas, ingresos o

devoluciones. Se pierde el control de los inventarios al no contar con una copia de respaldo de la información.

- En el caso más probable se paran las actividades por cuestión de horas mientras se restablece la copia del sistema y se hacen instalaciones y/o actualizaciones.
- En el mejor de los casos se habilita la copia de seguridad, lo cual no atrasa la producción ni paraliza las funciones.

Problemas administrativos:

- En el peor de los casos produce paro en la producción diaria y descontrol en las actividades.
- En el caso más probable afecta las funciones diarias, afectando por un par de horas la producción diaria.
- En el mejor de los casos únicamente crea desorganización, pero no afecta la producción diaria.

Robo de producto o material:

- En el peor de los casos el robo es de todos los materiales, herramientas y maquinaria almacenados en el área de distribución.
- En el caso más probable el robo es parcial o de los materiales de mayor valor.
- En el mejor de los casos el robo es de los materiales que menos seguridad tenían, los que se encuentran más próximos a la salida de la bodega.

Robo de información:

- En el peor de los casos el robo es de información confidencial de la empresa y pone en peligro la integridad y seguridad de la misma.
- En el caso más probable el robo es de información importante de la empresa, pero la cual no amenaza la seguridad de esta al ser divulgada.
- En el mejor de los casos el robo es por archivos sin mayor importancia, que pueden ser sustituidos por otra plataforma de control.

Ausencia de cuadrillas de trabajo:

- En el peor de los casos las funciones que ejecuta esta cuadrilla son imprescindibles. Ninguna otra cuadrilla puede sustituir la cuadrilla ausente, por lo cual se deben parar las actividades en campo.
- En el caso más probable las funciones que ejecuta esta cuadrilla son imprescindibles, sin embargo, a lo largo del día se logra cubrir estas funciones con apoyo de otra cuadrilla de trabajo.
- En el mejor de los casos las funciones que ejecuta esta cuadrilla son fácilmente sustituibles por otra cuadrilla de trabajo. Las labores diarias no son retrasadas ni suspendidas.

Tabla XL. **Personas a cargo**

Problema	Nombre	Función (de qué estará a cargo y cuando)	Contacto
Desastres Naturales	Luis Vives	Se encargará de contactar al seguro de la empresa y darle seguimiento junto con la aseguradora.	Cel. 41496460 Correo: lvives@conectiva.com.gt
Desastres Naturales	Jackeline Pinto	Se encargará de verificar que todos los empleados se encuentren sin daños físicos, si llegara a existir algún empleado con daños físicos debe coordinar su traslado a centro hospitalario asignado.	Cel. 55953581 Correo: jpinto@conectiva.com.gt
Desastres Naturales	Erick Orellana	Se encargará de verificar las instalaciones después del desastre, esto únicamente lo hará en compañía de un experto y sin arriesgar su vida	Cel. 55953687 Correo: eorellana@conectiva.com.gt
Accidentes en el área de trabajo	Fernando Zelada	Se encargará de supervisar la gravedad del accidente y de ser necesario coordinar el traslado del colaborador al hospital designado.	Cel. 46344447 Correo: fzelada@conectiva.com.gt

Continuación Tabla XL

Conato de Fuego	Ricardo Monroy	Debe utilizar el extintor para controlar el fuego al momento que este se inicie. Si este se agrava debe ponerse inmediatamente en contacto con los bomberos o personal experto.	Cel. 55953598 Correo: rmonroy@conectiva.com.gt
Incendio en la bodega de materiales	Ricardo Monroy	Debe activar la alarma de incendios y contactar a los bomberos.	Cel. 55953598 Correo: rmonroy@conectiva.com.gt
Incendio en la bodega de materiales	Luis Vives	Se debe poner en contacto con la aseguradora de la empresa para que se empiecen a realizar las gestiones que activan la prima de seguro.	Cel. 41496460 Correo: lvives@conectiva.com.gt
Pérdida de información por falla en los sistemas	Edgar Boror	Debe reactivar los sistemas a la brevedad posible.	Cel. 42505016 Correo: eboror@conectiva.com.gt

Continuación Tabla XL

<p>Pérdida de información por falla en los sistemas</p>	<p>Juan Alemán</p>	<p>Debe apoyar con la actualización de sistemas la instalación de nuevos programas, todo con el fin de garantizar que no existan más fallas en el sistema.</p>	<p>Cel. 56976605 Correo: jaleman@conectiva.com.gt</p>
<p>Problemas administrativos</p>	<p>Fernando Zelada</p>	<p>Debe verificar la gravedad del asunto y restablecer el orden. Tiene la autoridad de realizar sanciones o suspensiones.</p>	<p>Cel. 46344447 Correo: fzelada@conectiva.com.gt</p>
<p>Problemas administrativos</p>	<p>Alhelí Suchini</p>	<p>Si el problema fue causado por una persona en especial, por una conducta inadecuada o algo que puso en peligro la integridad de otro compañero o de la empresa, tiene la potestad de realizar despidos inmediatos.</p>	<p>Cel. 42200849 Correo: asuchini@conectiva.com.gt</p>
<p>Robo de Producto o Material</p>	<p>Ricardo Monroy</p>	<p>Es el encargado de reportar este tipo de problemas, debe preparar un informe detallando las cantidades faltantes y las posibles causas del robo.</p>	<p>Cel. 55953598 Correo: rmonroy@conectiva.com.gt</p>

Fuente: elaboración propia.

- Comunicación del plan de contingencia:

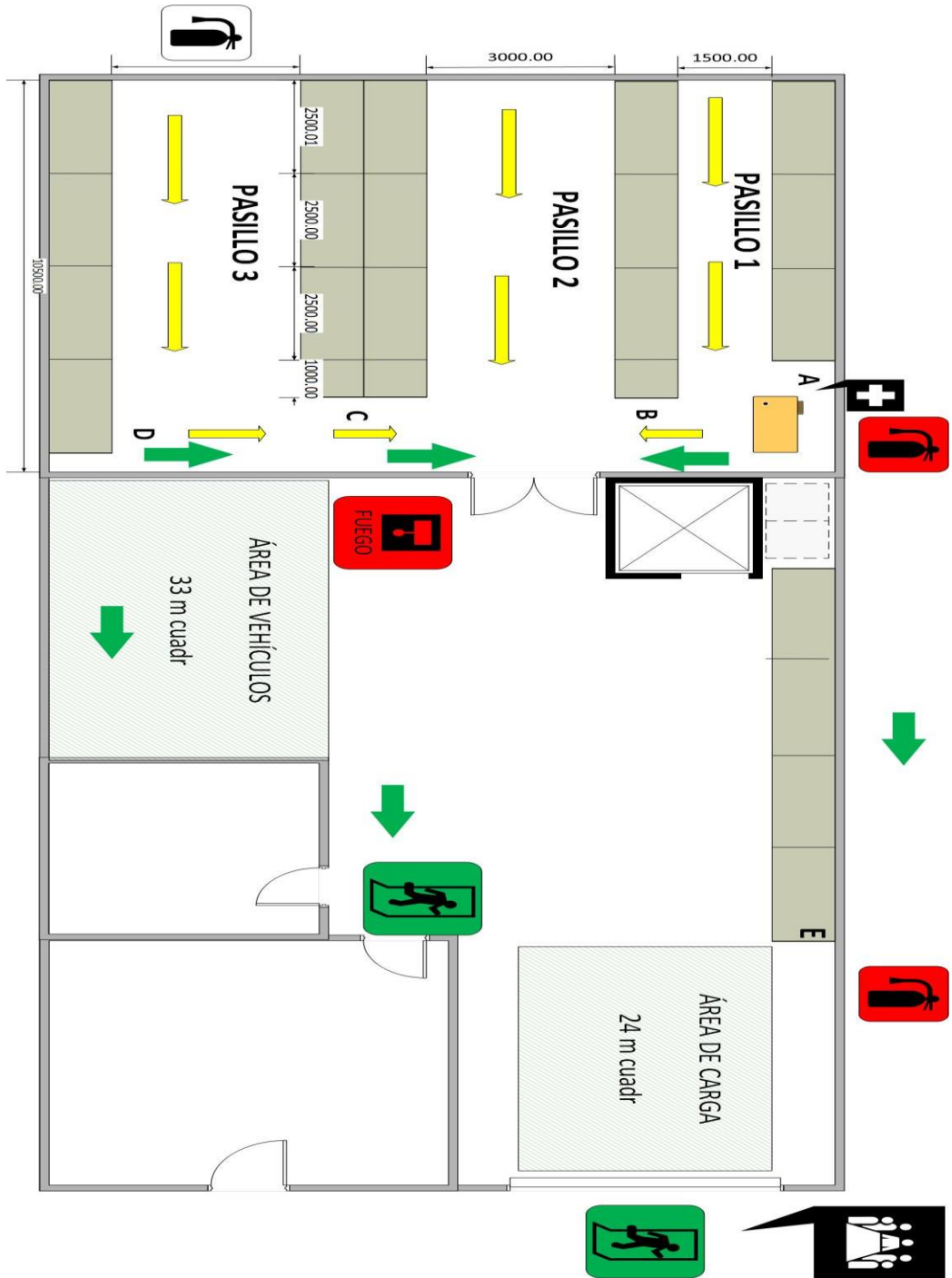
Es importante educar a los colaboradores clave de la empresa acerca del plan, esto para que conozcan de su existencia al momento de ser necesario utilizarlo. Para ello es importante seguir las siguientes indicaciones:

- Comunicarles el papel y la responsabilidad que tendrán a cargo, para que no exista confusión al momento de implementar el plan.
- Brindar a los colaboradores las capacitaciones adecuadas para cumplir las obligaciones que se trazaron en el plan.
- Es necesario organizar simulacros para determinar las debilidades y puntos de mejora.
- El plan de contingencia es necesario mantenerlo en algún lugar en el que se pueda obtener rápidamente ante cualquier emergencia.
- Es necesario revisar el plan regularmente, ya que los riesgos pueden aumentar con el tiempo o las circunstancias cambiar.

4.6.4. Plan de evacuación

Se elabora una ruta de evacuación y se establece un punto de reunión para que, en caso de una emergencia, los colaboradores sepan por dónde deben evacuar y a dónde deben acudir. Su implementación se basa en la colocación de pictogramas, el pintado de flechas de señalización y de caminos y la propagación de esta información a todos los colaboradores.

Figura 72. Ruta de evacuación



Fuente: elaboración propia.

5. ANÁLISIS BENEFICIO / COSTO

5.1. Impacto económico

Un estudio de impacto económico sirve para medir la repercusión y los beneficios de inversiones en infraestructura y organización de eventos, así como de cualquier otra actividad susceptible de generar un impacto socioeconómico. Este determinará la importancia y los beneficios que generan las propuestas realizadas en el capítulo 4, las cuales en ámbitos generales son el cambio de la distribución física de toda el área de distribución, la cual permite la optimización del espacio y la implementación de nuevas estanterías para un almacenamiento eficiente, reduciendo con esto sobreprocesos de movilización y transporte dentro del área. De igual manera, las mejoras físicas en el área como pintura, pisos, iluminación y señalización, todo esto para brindar mejores condiciones de trabajo a los colaboradores y garantizar la salud y seguridad ocupacional. Por último, los cambios administrativos en la implementación de procesos para cada actividad, con el fin de reducir mudas de trabajo y los costos asociados y la readecuación de puestos de trabajo, para mejorar el desempeño de los colaboradores en sus actividades.

Para determinar el impacto que tendrá el proyecto dentro de las operaciones del área de distribución se hace una proyección de las cantidades despachadas. Esto se realiza mediante la determinación de un factor que toma en cuenta los tiempos de los métodos actuales y los tiempos de los métodos propuestos, se realiza una proporción entre ambas, lo cual da como resultado una disminución en tiempo del 17 %. Esto se toma como factor de cálculo para las siguientes proyecciones:

Tabla XLI. **Proyección de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Despacho extra
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	metro	943,33
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	543,49
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	508,81
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	242,76
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	metro	106,76
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	105,4
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	26,18
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	22,95
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	22,1
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	20,91
11	Grapa Q	pieza	19,21
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	7,65
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	6,12
14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	1,19

Continuación Tabla XLI

15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	0,68
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	0,51
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0
19	Remate rediable	pieza	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Proyección de transferencia y desmontaje**

	Descripción del producto	Unidad	Despacho extra
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	365,33
2	Cinchos Plásticos	Pieza	335,75
3	Conector Externo para RG6	Pieza	208,08
4	Filtros MHP 50	Pieza	135,15
5	Grapas Q	Pieza	63,58
6	Marchamos Amarillos	Pieza	48,62
7	Marchamos Azules	Pieza	43,86
8	Marchamos Naranjas	Pieza	42,67
9	Block de tierra	Pieza	25,16
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	9,35
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	7,82
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	5,1
13	<i>Tap</i> RG6 de 6	Pieza	3,74
14	Conector Interno para RG6	Pieza	3,23
15	<i>Splitter</i> de 2	Pieza	1,7
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,68
17	<i>Splitter</i> de 3	Pieza	0,17

Continuación Tabla XLII

18	<i>Splitter</i> de 4	Pieza	0,17
19	<i>Tap</i> RG6 de 12	Pieza	0,17
20	<i>tap</i> 17x 2	Pieza	0
21	<i>tap</i> 7x4	Pieza	0
22	<i>tap</i> 10*8	Pieza	0
23	<i>tap</i> 14x8	Pieza	0
24	<i>tap</i> 23x8	Pieza	0
25	<i>tap</i> 23x4	Pieza	0
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0
28	Carga Terminal	Pieza	0
29	Cable con mensajero 540	metro	0
30	<i>Tap</i> 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0
31	<i>Tap</i> 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0
32	<i>Tap</i> 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0
33	<i>Tap</i> RG6 de 9	Pieza	0
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Costo del proyecto

En las siguientes tablas se detallan todos los costos que implica para la empresa implementar el proyecto:

Tabla XLIII. **Costo de iluminación**

Descripción	Cantidad	Precio	Total
TUBO FLUORESCENTE 40W LUZ BLANCA 'SYLVANIA'	52	Q 5,65	Q 293,80
Lámpara con base de metal para dos tubos	26	Q 300,00	Q 7800,00
Difusor para lámpara	26	Q 55,00	Q 1430,00
Mano de obra para instalación	26	Q 200,00	Q 5200,00
		TOTAL	Q 14 723,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Costo de pintura de paredes**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Pintura Esmalte (Aceite)	Cubeta	4	Q 1060,00	Q 4240,00
Mano de obra	Global	1	Q 2200,00	Q 2200,00
			TOTAL	Q 6440,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Costo de pintura en piso**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Kit de pintura Epoxica, incluye diluyente, pintura y catalizador.	Galón	13	Q 980,00	Q 12 740,00
Mano de obra	Global	1	Q 4500,00	Q 4500,00
			TOTAL	Q 17 240,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Costo de estanterías**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Estantería tipo selectivo de cuatro secciones	Modulo	2	Q 13 922,67	Q 27 845,33
Estantería tipo selectivo de cuatro secciones (<i>Picking</i>)	Modulo	1	Q 17 536,62	Q 17 536,62
Estantería tipo selectivo tres secciones (<i>Picking</i>)	Modulo	1	Q 15 031,38	Q 15 031,38
Estantería tipo doble profundidad de cuatro secciones	Modulo	1	Q 24 364,67	Q 24 364,67
			TOTAL	Q 84 778,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Costo de herramientas para almacenamiento**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Pallet eléctrica manual, marca Yale	Unidad	1	Q 54 600,00	Q 54 600,00
Espejos convexos de seguridad	Unidad	6	Q 1 150,00	Q 6900,00
Cajas para almacenamiento	Unidad	632	Q 1,00	Q 632,00
Etiquetas de identificación	Unidad	632	Q 1,00	Q 632,00
Tarimas	Unidad	158	Q 35,00	Q 5530,00
			TOTAL	Q 68 294,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Costo de equipo de protección personal**

Equipo de Protección Personal				
Equipo	Uso	Cantidad	Precio	Total
Casco de Protección	Protección de cabeza	6	Q 98,50	Q 591,00
Chaleco Reflectivo con Bolsas	Protección corporal	6	Q 45,00	Q 270,00
Guante resistente al corte	Protección de manos	6	Q 46,50	Q 279,00
Bota de Cuero, dieléctrica	Protección de pies	6	Q 215,00	Q 1290,00
Lentes de protección	Protección de ojos	6	Q 11,95	Q 71,70
Tapones reusables con cordón	Protección auditiva	6	Q 3,00	Q 18,00
			TOTAL	Q 2519,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Costos de señalización**

Señal	Cantidad	Precio	TOTAL
Salida Flecha abajo	1	Q 40,00	Q 40,00
Ruta de Evacuación Flecha derecha	2	Q 40,00	Q 80,00
Ruta de Evacuación Flecha izquierda	4	Q 40,00	Q 160,00
Botiquín primeros auxilios	1	Q 40,00	Q 40,00
Salida de emergencia	1	Q 45,00	Q 45,00
Punto de Reunión	1	Q 40,00	Q 40,00
Extintor	3	Q 40,00	Q 120,00
Utilice Paso de Seguridad	2	Q 40,00	Q 80,00
Cuidado Tránsito de Montacargas/ Precaución paso de montacargas	1	Q 40,00	Q 40,00
Área de Pallet <i>Trucks</i>	1	Q 40,00	Q 40,00
Área de <i>Trocket</i>	1	Q 40,00	Q 40,00
Uso Obligatorio de Casco de Seguridad	1	Q 40,00	Q 40,00
Uso Obligatorio de botas de Seguridad	2	Q 40,00	Q 80,00
Uso Exclusivo Utensilios Limpieza	1	Q 40,00	Q 40,00
Sujetar Carga Previo a Partir	1	Q 40,00	Q 40,00
Prohibido el Ingreso (Solo personal autorizado)	2	Q 40,00	Q 80,00
Prohibido Fumar	1	Q 40,00	Q 40,00
		Total	Q 1045,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Relación Beneficio / Costo

Mediante las siguientes tablas se determina la relación beneficio / costo que tiene la implementación de la propuesta en cada proyecto:

Tabla L. **Beneficio de reordenamiento de fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Despacho extra	Valor	Beneficio
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	metro	943,33	Q 6,40	Q 6037,31
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	543,49	Q 1,12	Q 608,71
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	508,81	Q 850,00	Q432 488,50
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	242,76	Q 10,48	Q 2544,12
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	metro	106,76	Q 2,56	Q 273,31
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	105,4	Q 6,64	Q 699,86
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	26,18	Q 1,28	Q 33,51
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	22,95	Q 2,80	Q 64,26
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	22,1	Q 14,72	Q 325,31
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	20,91	Q 0,32	Q 6,69
11	Grapa Q	pieza	19,21	Q 220,00	Q 4226,20
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	7,65	Q 64,32	Q 492,05
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	6,12	Q 10,64	Q 65,12

Continuación Tabla L

14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	1,19	Q 10,48	Q 12,47
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	0,68	Q 10,48	Q 7,13
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	0,51	Q 8,72	Q 4,45
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0	Q 2,24	Q -
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0	Q 182,64	Q -
19	Remate rediable	pieza	0	Q 200,00	Q -
				TOTAL	Q447 888,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Beneficio de transferencia y desmontaje**

	Descripción del producto	Unidad	Despacho extra	Valor	Beneficio
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	365,33	Q 10,00	Q 3653,30
2	Cinchos Plásticos	Pieza	335,75	Q 1,00	Q 335,75
3	Conector Externo para RG6	Pieza	208,08	Q 30,00	Q 6242,40
4	Filtros MHP 50	Pieza	135,15	Q 45,00	Q 6081,75
5	Grapas Q	Pieza	63,58	Q 320,00	Q 20 345,60
6	Marchamos Amarillos	Pieza	48,62	Q 180,00	Q 8751,60
7	Marchamos Azules	Pieza	43,86	Q 180,00	Q 7894,80
8	Marchamos Naranjas	Pieza	42,67	Q 180,00	Q 7680,60
9	Block de tierra	Pieza	25,16	Q 4,00	Q 100,64
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	9,35	Q 2,00	Q 18,70
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	7,82	Q 10,00	Q 78,20

Continuación Tabla LI

12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	5,1	Q 23,00	Q 117,30
13	Tap RG6 de 6	Pieza	3,74	Q 100,00	Q 374,00
14	Conector Interno para RG6	Pieza	3,23	Q 25,00	Q 80,75
15	Splitter de 2	Pieza	1,7	Q 35,00	Q 59,50
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	0,68	Q 1,00	Q 0,68
17	Splitter de 3	Pieza	0,17	Q 50,00	Q 8,50
18	Splitter de 4	Pieza	0,17	Q 60,00	Q 10,20
19	Tap RG6 de 12	Pieza	0,17	Q 400,00	Q 68,00
20	tap 17x 2	Pieza	0	Q 77,08	Q -
21	tap7x4	Pieza	0	Q 89,38	Q -
22	tap 10*8	Pieza	0	Q 142,68	Q -
23	tap14x8	Pieza	0	Q 142,68	Q -
24	tap 23x8	Pieza	0	Q 142,68	Q -
25	tap 23x4	Pieza	0	Q 142,68	Q -
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0	Q 33,28	Q -
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0	Q 38,00	Q -
28	Carga Terminal	Pieza	0	Q 21,60	Q -
29	Cable con mensajero 540	metro	0	Q 9,62	Q -
30	Tap 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0	Q 61,92	Q -
31	Tap 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0	Q 67,60	Q -
32	Tap 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0	Q 67,60	Q -
33	Tap RG6 de 9	Pieza	0	Q 100,00	Q -
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0	Q 100,00	Q -
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0	Q 15,00	Q -
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0	Q 10,00	Q -
				TOTAL	Q 61 902,27

Fuente: elaboración propia.

El beneficio total por ambos proyectos es de Q. 509 791,26. Para conocer si este beneficio es mayor a los costos de inversión se realiza el cálculo de la relación beneficio / costo, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación beneficio costo} = \frac{\text{Beneficio total}}{\text{Costo de implementación}}$$

$$\text{Relación beneficio costo} = \frac{509\,791,21}{195\,040,50} = 2,61$$

Con base en la relación que se da entre el beneficio y el costo, siendo este de 2,61, se determina que el proyecto es viable para su implementación, ya que se logra recuperar el 161 % de lo invertido.

5.2. Reducción de mudas

Los MUDA, término japonés que significa inutilidad, ociosidad, superfluo, residuos o despilfarro, son conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del archiconocido *Just in time*, el sistema de producción de Toyota. Se define como despilfarro todo aquel recurso que se emplea de más respecto a los necesarios para producir bienes o la prestación de un determinado servicio. La optimización de los procesos y revisión constante de estos son pasos fundamentales para reducir fases que pueden ser innecesarias dentro de la operación diaria. Hacer un trabajo extra es un desperdicio y es uno de los errores más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobreproceso no sabe que lo está haciendo. Otro ejemplo de esto son las esperas, lo cual es el tiempo durante la realización del proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote,

averías, cuellos de botella y recursos humanos. Las esperas son los cuellos de botella en que se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue.

En el desarrollo del capítulo cuatro se proponen todas aquellas herramientas cuya función es la disminución de mudas, optimización y eficiencia de las operaciones, entre estas herramientas se encuentran las siguientes:

- Implementación de cuadros de control
- Implementación de controles de salida e ingresos
- Señalización de rutas
- Señalización de áreas y espacios dentro de la bodega
- Definición de procesos
- Definición de puestos de trabajo
- Mejora en la distribución de las instalaciones

5.2.1. Transporte

Cualquier movimiento innecesario de materiales o suministros ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. Realizar un transporte de materiales de ida y no pensar en la vuelta representa un transporte eficaz al 50 %, hay que prever un recorrido eficiente, tanto dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte implica costos, equipos, combustible, mano de obra y aumenta los plazos de entrega. Con la nueva distribución física del área y con la implementación de la señalización se busca crear recorridos eficientes, de igual manera con la implementación de nuevas estanterías se busca almacenar de forma eficiente para no tener que movilizar un material solo para poder sacar otro.

5.2.2. Movimientos

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc., incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios generan un aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas dorso lumbares y demás dolencias, así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor. Al momento de comparar los tiempos de los diagramas de flujo, entre los métodos actuales y propuestos, se determina una disminución del 17 % del tiempo total invertido en las operaciones.

5.2.3. Inventarios

Este tipo de muda hace referencia al *stock* acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales en proceso como a los que ya se encuentran almacenados. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso. A menudo un *stock* es una fuente de pérdida por productos que se convierten en obsoletos y que tienen la posibilidad de sufrir daños durante su almacenamiento. Otro recurso desperdiciado es el tiempo total invertido en recuento y control de este inventario y, por último, errores en la calidad escondidos durante más tiempo.

En la siguiente tabla se observan las cantidades que se determinaron en el capítulo 4 como punto de reorden y las que se manejan actualmente como

inventario final. La comparación de estas determina la variación que existe entre el método actual y lo propuesto.

Tabla LII. **Comparación de inventarios de reordenamiento fusibles**

	Descripción del producto	Unidad	Punto de reorden	Inventario Final
1	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO X 0.030" DE GROSOR.	metro	1849,67	1398
2	HEBILLA PARA FIJAR FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 5/8" DE ANCHO.	pieza	1065,67	487
3	FUSIBLE MECANICO	pieza	997,67	521
4	GRAPA ACERO-ACERO	pieza	476,00	300
5	Cable de Acero 1/4" de diámetro	metro	209,33	447
6	HERRAJE DE TENSION TIPO "D"	pieza	206,67	0
7	FLEJE PARA ESPACIADOR 10"	pieza	51,33	230
8	GRAPA BIRLO DE ALAMBRE REUNIDOR	pieza	45,00	70
9	PREFORMADO DE REMATE Automático PARA CABLE DE ACERO DE 1/8"	pieza	43,33	285
10	ESPACIADOR PARA CABLE 1/2"	pieza	41,00	302
11	Grapa Q	pieza	37,67	400
12	Protector cable-árbol 2"	pieza	15,00	49
13	HERRAJE TANGENTE PARA DOBLE FLEJE	pieza	12,00	25

Continuación Tabla LII

14	PREFORMADO DE REMATE PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	2,33	0
15	PREFORMADO DE UNION ACERO 1/4"	pieza	1,33	46
16	GRAPA DE CRUCE	pieza	1,00	48
17	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO DE 1/4" DE DIAMETRO	pieza	0,00	60
18	BOBINA DE ALAMBRE REUNIDOR DE ACERO INOXIDABLE	pieza	0,00	50
19	Remate rediable	pieza	0,00	200

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Comparación de inventarios de transferencia y desmontaje**

	Descripción del producto	Unidad	Punto de reorden	Inventario Final
1	Bobinas de Cable RG6 Con Mensajero	metro	859,6	5782
2	Cinchos Plásticos	Pieza	790	400
3	Conector Externo para RG6	Pieza	489,6	744
4	Filtros MHP 50	Pieza	318	260
5	Grapas Q	Pieza	149,6	363
6	Marchamos Amarillos	Pieza	114,4	622
7	Marchamos Azules	Pieza	103,2	242
8	Marchamos Naranjas	Pieza	100,4	345
9	Block de tierra	Pieza	59,2	382
10	Grapas con clavo para fijar RG6	Pieza	22	6041
11	Bobinas de Cable RG6 Sin Mensajero	metro	18,4	8751
12	Grapas tipo P para RG6	Pieza	12	0
13	Tap RG6 de 6	Pieza	8,8	78
14	Conector Interno para RG6	Pieza	7,6	1353

Continuación Tabla LIII

15	<i>Splitter</i> de 2	Pieza	4	114
16	Tarugos 3/8 Plásticos	Pieza	1,6	346
17	<i>Splitter</i> de 3	Pieza	0,4	61
18	<i>Splitter</i> de 4	Pieza	0,4	48
19	<i>Tap</i> RG6 de 12	Pieza	0,4	49
20	<i>tap</i> 17x 2	Pieza	0	1
21	<i>tap</i> 7x4	Pieza	0	1
22	<i>tap</i> 10*8	Pieza	0	1
23	<i>tap</i> 14x8	Pieza	0	1
24	<i>tap</i> 23x8	Pieza	0	2
25	<i>tap</i> 23x4	Pieza	0	2
26	MANGA Termocontractil 1.5 X 48"	Pieza	0	22
27	Pin conector para cable 540	Pieza	0	40
28	Carga Terminal	Pieza	0	5
29	Cable con mensajero 540	metro	0	1720
30	<i>Tap</i> 2 vías 8dB (Mult = 20)	Pieza	0	1
31	<i>Tap</i> 4 vías 14dB (Mult=20)	Pieza	0	1
32	<i>Tap</i> 4 vías 20dB (Mult=20)	Pieza	0	1
33	<i>Tap</i> RG6 de 9	Pieza	0	50
34	Sellos para muros RG6	Pieza	0	1275
35	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA RG-11	Pieza	0	625
36	GANCHO PARA CABLE COAXIAL "P"	Pieza	0	50

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que sí existe variación significativa entre las cantidades de punto de reorden e inventario final, lo cual muestra que sí existe un error en la forma actual del manejo de inventario y que, para eliminarlo, se debe empezar a tomar como referencia el punto de reorden calculado.

5.3. Material de desecho producido

5.3.1. Clasificación

La basura está formada por un conjunto de materiales heterogéneos. Casi la mitad de la basura está constituida por materiales no fermentables llamados inorgánicos, la mayor parte de los cuales son envases o embalajes. Dentro de los residuos inorgánicos hay: papel, cartón, plásticos, vidrios, textiles, chatarra y otros (materiales tóxicos derivados de productos de limpieza, pilas, etc.). Gran parte de estos materiales se pueden reciclar y recuperar, volviendo después a incluirse en la cadena productiva y de consumo, ahorrando energía y materias primas, además de contribuir a la calidad ambiental. El resto de los materiales son los residuos orgánicos, que también se pueden recuperar para devolverlos a la tierra como abono y ayudando a mantener el nivel de fertilidad de la misma. La clasificación de los residuos se da de la siguiente manera:

- Plástico: utilizado para proteger, contener y almacenar los materiales y suministros dentro del área de distribución. Se clasifica de la siguiente manera:
 - *Stretch Film*: es un material flexible y transparente de LLDPE (en inglés polietileno lineal de baja densidad) que es utilizado para envolver los *pallets* y asegurarlos para el transporte, además de protegerlos contra los agentes atmosféricos y el polvo. La otra aplicación de este material es para uso alimenticio. Se presenta en la mayoría de los casos en bobinas transparentes con micrajés variables desde 12 hasta 50 mm y ancho de 500 mm, y peso variable según las dimensiones y el uso. Es un elemento primordial para el paletizado, su correcto uso proporciona

ajuste necesario de cargas tanto regulares como irregulares, evita movimientos de la carga y protege de polvo y humedad.

- Fleje: es una cinta, metálica o plástica, utilizada para asegurar o fijar el embalaje de diversos productos.

- Madera: la madera es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. La tarima es un armazón de madera, plástico u otros materiales empleados para el movimiento de carga. Las tarimas son la base de la palatización, ya que facilitan el levantamiento y manejo con montacargas. Este tipo de residuo se origina al momento de que una tarima es dañada o quebrada.

- Cartón: el cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. El cartón es más grueso, duro y resistente que el papel. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar embalajes y envases, básicamente cajas de diversos tipos. El cartón dentro del área de distribución se utiliza como una capa protectora entre la tarima y el primer bloque de producto terminado al momento de la paletización.

- Desechos comunes: dentro de esta categoría se encuentran todos aquellos que son producidos diariamente por los colaboradores y operarios. Entre estos se encuentran los empaques de comida, las botellas, envases, papel, etc.

5.3.2. Tratamiento

Para lograr reciclar la mayoría de residuos producidos será necesario implementar un sistema de clasificación, reciclaje o reutilización. Para esto se necesitarán nuevos contenedores de colores dentro del área de distribución y, por medio de los encargados de área, difundir la nueva información.

La clasificación se basa en la separación de los desechos comunes recolectados, se realizará según su tipo: orgánico, vidrio, envases y papel. Para realizar esta recolección y clasificación es fundamental la colaboración de los trabajadores que se encuentren dentro del área de distribución. Cada uno de ellos separa los residuos reutilizables del resto y los deposita en un contenedor apropiado, los que ya no puedan ser reusados irán al proceso de reciclaje colocándolos en el basurero apropiado. Los basureros disponibles son:

- Contenedor amarillo (envases): en este contenedor se deben depositar todo tipo de envases ligeros como los envases de plásticos (botellas, bolsas, bandejas, etc.), de latas (bebidas, conservas, etc.).
- Contenedor azul (papel y cartón): en este contenedor se deben depositar los envases de cartón (cajas, bandejas, etc.), así como los periódicos, revistas, papeles de envolver, etc.
- Contenedor verde (vidrio): en este se deposita todos aquellos residuos que sean de vidrio.
- Contenedor rojo: en este se depositan los residuos de materia orgánica.

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización. Gracias al reciclaje se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima, además de reducir el uso de energía, la contaminación

del aire y del agua, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos. El reciclaje es un componente clave en la reducción de desechos y contribuye al medio ambiente, es por esto que es necesario implementarlo a los desechos producidos dentro del área de distribución.

5.3.3. Venta

Con la ayuda de la clasificación implementada se espera poder tener mayor control de los residuos y poder reciclar en mayores cantidades, para luego tener mayores beneficios de la venta de los mismos.

CONCLUSIONES

1. Mediante un análisis detallado de los puntos de mejora en las áreas de la bodega de materiales se diseñó una nueva distribución de las dimensiones internas y de los equipos de trabajo. Se realizó un análisis de iluminación, pisos y pinturas para poder crear mejores condiciones. Se implementaron medidas de seguridad industrial como la señalización de las rutas de evacuación, implementación de pictogramas y el diseño de un plan de contingencia para la disminución de riesgos y accidentes.
2. Por medio del análisis de las actividades se planteó la estandarización de procesos mediante los diagramas de flujo, para obtener operaciones ordenadas, controladas, eficientes y la eliminación de sobreprocesos que se encuentren dentro del área de distribución. Se realizó el cálculo de flujo de materiales a través de la resta del inventario inicial menos el inventario final, este flujo determina la importancia y rotación de cada material dentro de los proyectos.
3. Con base en las demandas calculadas para cada material y suministro se calculó el punto de reorden y la cantidad óptima de cada uno y con esto se planteó la reorganización del área de almacenamiento, para optimizar las operaciones internas y lograr mantener el inventario necesario para no parar la producción.
4. Mediante las mejoras de las condiciones de trabajo de los colaboradores se aumenta la productividad, la eficacia, la eficiencia y se optimizan las operaciones, con el fin de reducir costos y tiempos de almacenamiento.

Mediante las capacitaciones se les da a conocer las nuevas descripciones de los puestos de trabajo, los cuales son estandarizados a través de los diagramas de flujo.

5. Por medio del análisis de las operaciones se determinó el monto monetario al cual haciende el beneficio proporcionado por las propuestas de mejora, monta cuyo valor es de Q 509 791,26. De igual manera, se realizó el cálculo de los costos de inversión de las propuestas de mejora realizadas, siendo un total de Q 195 040,50. Con estos datos se pudo calcular la relación beneficio / costo del proyecto, la cual da un valor de 2,61, valor con el cual se determina que el proyecto es viable para su implementación, ya que por cada Q 1,00 invertido, se obtendrá un beneficio de Q 2,61, es decir 161 % de lo invertido.

RECOMENDACIONES

1. Mantener identificadas las áreas a las que pertenece cada uno de los productos. Darle el mantenimiento preventivo y correctivo a las fuentes de iluminación, pisos y pinturas para conservar las buenas condiciones de trabajo que se implementaron. Brindar capacitaciones extras a los trabajadores, con el fin de enseñarles el buen uso del equipo de protección personal.
2. Analizar constantemente los diagramas de flujo de cada operación, para establecer mejoras continuas. Esto con el fin de aumentar la eficiencia y mantener un control de las entradas y salidas de materiales, para determinar el inventario real con el que cuenta la bodega al inicio y al final de cada mes, con el fin de obtener datos verídicos al momento de calcular el flujo de los materiales.
3. Implementar una hoja de cálculo en la cual se pueda determinar el punto de reorden, ingresando los datos que se requieran en las celdas respectivas. Esto con el fin de que el cálculo del punto de reorden no sea complicado para los trabajadores encardados de la bodega de materiales y para mantener un flujo constante dentro de la empresa.
4. Establecer un factor inicial de la productividad, eficacia y eficiencia. Comparar cada factor de forma mensual y, al mostrar un aumento de los mismos, dar comisiones a los trabajadores para incentivarlos y elevar los factores cada vez más. Capacitar por lo menos una vez al

mes a cada trabajador para mantener la efectividad de todos los procesos.

5. Establecer como prioridad la reducción de los costos y el aumento de los beneficios para obtener mayor margen de utilidad en la empresa. Realizar un presupuesto anual de las entradas y salidas que se esperan anualmente y determinar si es factible invertir en mejoras continuas después de la implementación del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Logística. Gestión de la cadena de suministros*. España: Ediciones Díaz de Santos, 2012. 532 p.
2. DE LA ARADA JUÁREZ, Mercedes. *Optimización de la cadena logística*. España: Ediciones Paraninfo, S.A, 2015. Págs. 61-77
3. DÍEZ DE LOS RÍOS, Javier. *Optimización de la cadena logística*. España: Editorial Cep S.L., 2014. 14 p.
4. División de Planificación. *Seguridad industrial*. [en línea]. <<http://www.intecap.edu.gt/oml/images/pdfsdocumentos/CNC-10.pdf>>. [Consulta: 28 de diciembre de 2017].
5. ESCUDERO SERRANO, María. *Logística de almacenamiento*. España: Ediciones Paraninfo, S.A, 2014. Págs. 1-6
6. GARCÍA PADILLA, Víctor. *Análisis financiero. Un enfoque integral*. 1ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2015. 3 p.
7. Gestión Unican. *Equipos de protección personal*. [en línea]. <<http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EProtIndividual.pdf>>. [Consulta: 17 de diciembre de 2017].
8. Ingeniería Industrial Online. *Salud ocupacional*. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el->

ingeniero-industrial/salud-ocupacional/>. [Consulta: 10 de diciembre de 2017].

9. LOZANO ROJO, Juan. *Cómo y dónde optimizar los costes logísticos*. España: Fundación Confemetal, 2002. 31 p.
10. Maestría en Administración Industrial y Empresas de Servicios. *Elaboración de un manual de seguridad industrial para una planta de extracción de aceites esenciales ubicada en la Ciudad de Guatemala*. USAC. 33 p.
11. MEANA COALLA, Pedro. *Gestión de inventarios*. España: Ediciones Paraninfo, S.A, 2017. Págs. 4-13
12. Mecalux, S.A. *Soluciones de almacenaje*. [en línea]. <<https://www.mecalux.com.mx/>>. [Consulta: 10 de diciembre de 2017].
13. WILLIAM, Smith. *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. 4ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 573 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Costos de implementación

Actividad	Costo
Costos de iluminación	Q 14 723,80
Costo de pintura de paredes	Q 6 440,00
Costo de pintura en piso	Q 17 240,00
Costo de estanterías	Q 84 778,00
Costo de herramientas para almacenamiento	Q 6 294,00
Costo de equipo de protección personal	Q 2519,70
Costos de señalización	Q 1045,00
TOTAL	Q 195 040,50

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Beneficios de implementación

Actividad	beneficio
Beneficio reordenamiento de fusibles	Q 447 888,99
Beneficio transferencia y desmontaje	Q 61 902,27
TOTAL	Q 509 791,26

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Encuesta sobre condiciones de trabajo

Área de Bodega

Buenos días estimados, por favor su apoyo respondiendo las siguientes preguntas con total honestidad.

Saludos

*Obligatorio

¿Esta de acuerdo con los horarios de trabajo del área de bodega? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el despacho de materiales? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega cuenta con las herramientas necesarias para el almacenamiento de materiales? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega cuenta con el espacio suficiente para el almacenamiento de materiales? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega utiliza de manera eficiente el espacio para el almacenamiento de materiales? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega cuenta con la iluminación adecuada? *

- Si
- No

¿Cree usted que la bodega cuenta con la ventilación adecuada? *

- Si
- No

¿Cree usted que se debe mejorar la seguridad industrial dentro del área de bodega? *

- Si
- No

¿Cómo considera usted la seguridad industrial dentro de la bodega? *

- Excelente
- Buena
- Regular
- Pésima

ENVIAR

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Plano de centro empresarial



10 ENERO 2008



Confiansa
Construcción, Desarrollo y Ventas

PROYECTO: EMPRESARIAL EL CORTIJO 2, Ave. Petapa zona 12
ARQUITECTO ROLANDO BALLEZA

Fuente: Confiansa. *Plano de proyecto empresarial El Cortijo 2.*
http://www.ofibodegas.net/?page_id=212. Consulta: abril de 2018.

