



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

**REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO
Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA
INDUSTRIAL Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG
GUATEMALA, S.A.**

Román Estuardo Beteta Rodas

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, mayo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO
Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA
INDUSTRIAL Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG
GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROMÁN ESTUARDO BETETA RODAS

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy OlympoPaiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Águila Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy OlympoPaiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO
Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA
INDUSTRIAL Y SISTEMATIZACION DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG
GUATEMALA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre 2009.

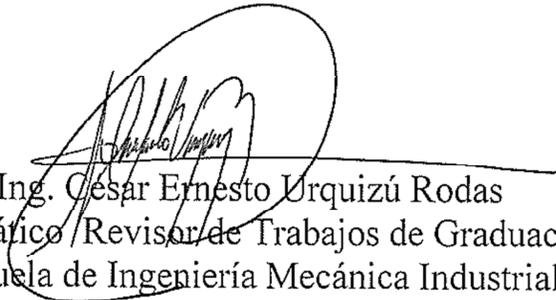


Román Estuardo Beteta Rodas



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA INDUSTRIAL, Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Román Estuardo Beteta Rodas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático / Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Colegiado 4,272

Guatemala, febrero de 2011.

/mgp



Guatemala, 26 de enero de 2011.
REF.EPS.DOC.60.01.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Román Estuardo Beteta Rodas**, Carné No. 200511862 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA INDUSTRIAL, Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG DE GUATEMALA, S.A.”**.

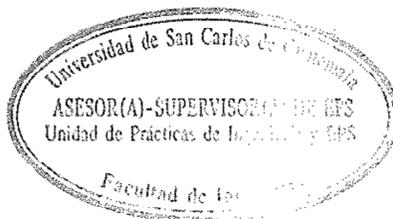
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga Sigrid Aditza Calderon de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 26 de enero de 2011.
REF.EPS.D.59.01.11

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

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA INDUSTRIAL, Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG DE GUATEMALA, S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Román Estuardo Beteta Rodas** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

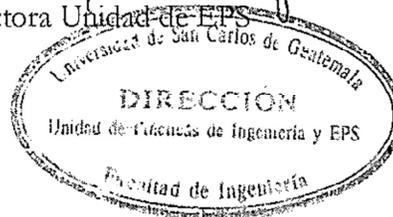
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



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 **REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA INDUSTRIAL Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Román Estuardo Beteta Rodas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, mayo de 2011.

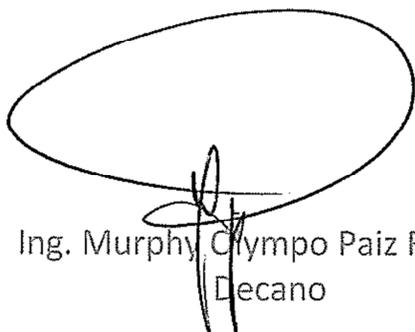
/mgp



DTG. 154.2011.

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: **REESTRUCTURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN, ALMACENAJE, MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE INFLAMABLES Y BODEGA INDUSTRIAL Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENTAMBORADO PARA EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA BRENNTAG GUATEMALA, S. A.,** presentado por el estudiante universitario Román Estuardo Beteta Rodas, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 24 de mayo de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Que me dices: “Encárgate de mis asuntos, que Yo me encargaré de los tuyos.” (Josué 1:5)
- Mis padres** Irma Lisette Rodas Durán y Felix Román Beteta Arévalo.
- Mis abuelos** Gracias por su ejemplo de vida, fuerza, entrega, fe, valor, humildad y amor incondicional.
- Mi hermana** Jessica Pamela Beteta Rodas.
- Mis sobrina** Melanie Fernanda Beteta Rodas.
- Mis tías y tíos** Gracias por su permanente apoyo y confianza.
- Mis amigos** María Gabriela Beteta González, Sara María Santiago Figueroa, Luis Fernando López Martínez y Andrés Alejandro Flores Figueroa.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por permitirme perseverar y darme la fuerza para luchar y alcanzar mis metas.
- Mis padres** Por su esfuerzo, entrega y apoyo incondicional.
- Mi universidad** Por haberme acogido en esta etapa tan importante y determinante de mi vida, haciéndome sentir parte de esta Alma Mater, brindándome los conocimientos, experiencias y herramientas necesarias para emprender el camino que hoy empieza.
- Mi asesora** Inga. Sigrid Calderón, por su apoyo y entera disponibilidad durante el desarrollo del trabajo final de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Brenntag	1
1.1.1 Brenntag Guatemala, S.A.	1
1.2 Antecedentes de la empresa	3
1.2.1 Ubicación	3
1.2.2 Historia	4
1.2.3 Misión	6
1.2.4 Visión	6
1.2.5 Declaración de principios	7
1.2.6 Estructura organizacional	7
1.2.6.1 Organigrama	8
1.2.7 Jornadas de trabajo	10
1.2.7.1 Área administrativa	10
1.2.7.2 Área operativa	10
1.2.8 Materias primas y materiales	12
1.2.8.1 Solventes	12
1.2.8.2 Ácidos	13
1.2.8.3 Productos Agrofeed	14
1.2.9 Maquinaria y equipo	15

1.2.9.1	Montacargas	15
1.2.9.2	Máquina llenadora	21
1.2.10	Sistemas de <i>racks</i>	25
1.2.10.1	Definición	25
1.2.10.2	Tipos	25
1.2.11	Sistemas de control de inventarios	28
1.2.11.1	Definición	28
1.2.11.2	Tipos	29
1.2.11.3	Aplicaciones	31
1.2.12	Estudio de tiempos	31
1.2.12.1	Definición	31
1.2.12.2	Elementos y preparación para el estudio de tiempos	32
1.2.12.3	Equipo requerido	33
1.2.12.4	Métodos	34
1.2.12.5	Aplicaciones	34
1.2.13	Estudios de distribución de planta	35
1.2.13.1	Definición	35
1.2.13.2	Características	36
1.2.13.3	Aplicaciones	37
1.2.14	Ergonomía	38
1.2.14.1	Definición	38
1.2.14.2	Factores de riesgo en el trabajo	39
1.2.14.3	Aplicaciones	42
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO – PROFESIONAL	45
2.1	Diagnóstico de la situación actual de la empresa	45
2.1.1	Descripción de actividades operativas	52
2.1.1.1	Carga de pedidos	52

	2.1.1.2	Recepción y descarga de producto	66
	2.1.1.3	Almacenaje	71
	2.1.1.4	Descarga de cisternas	83
	2.1.1.5	Producción de fertilizantes	95
	2.1.1.6	Abastecimiento y retiro de producto de áreas paralelas	101
	2.1.2	Normas y reglamentos vigentes	104
	2.1.2.1	Guías Corporativas CASA	105
	2.1.2.2	Certificaciones	106
2.2		Proceso de carga de productos	113
	2.2.1	Estudio bajo condiciones actuales	113
	2.2.1.1	Distribución de tiempo	113
	2.2.1.2	Registro y toma de tiempos	119
	2.2.2	Propuesta	129
	2.2.2.1	Modificaciones propuestas	129
	2.2.2.2	Registro y toma de tiempos	144
	2.2.2.3	Resultados	147
	2.2.2.4	Análisis de resultados	147
2.3		Proceso de almacenaje y sistema de <i>racks</i>	154
	2.3.1	Métodos y sistemas de almacenaje	154
	2.3.1.1	Características	158
	2.3.1.2	Ventajas	159
	2.3.1.3	Desventajas	160
	2.3.2	Propuesta	162
	2.3.2.1	Estudios de distribución de planta	164
	2.3.2.2	Proceso de cotización	169
	2.3.2.3	Propuesta final	179
2.4		Proceso de entamborado	182
	2.4.1	Análisis de situación actual	183

	2.4.1.1	Análisis de proceso	183
	2.4.1.2	Diagrama de flujo	185
	2.4.1.3	Maquinaria y equipo	189
	2.4.1.4	Estudio de ergonomía y seguridad	191
	2.4.2	Propuesta	197
	2.4.2.1	Estudios de distribución de planta	197
	2.4.2.2	Proceso de cotización	202
	2.4.2.3	Modificaciones propuestas	213
2.5	Costos		224
	2.5.1	Fases del proyecto	224
	2.5.1.1	Optimización del proceso de carga	224
	2.5.1.2	Optimización de sistema de almacenaje	225
	2.5.1.3	Automatización y optimización de proceso de entamborado	225
	2.5.2	Costos totales	227
	2.5.3	Relación beneficio/costo	227
	2.5.3.1	Proceso de carga	227
	2.5.3.2	Proceso de almacenaje	228
	2.5.3.3	Proceso de entamborado	230
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN		233
	3.1	Análisis de riesgos general de las condiciones propuestas	233
	3.1.1	Determinación de áreas afectadas	234
	3.1.2	Identificación y descripción de factores afectados	235
	3.1.2.1	Procesos	236
	3.1.2.2	Actividades	237
	3.1.3	Determinación y clasificación de riesgos	238
	3.1.4	Soluciones a riesgos por implementación de	

	proyecto	241
3.1.5	Matriz nueva de análisis de riesgos	242
3.2	Sistema de seguridad industrial propuesto y adecuado a las modificaciones realizadas	242
3.2.1	Señalización Industrial	242
3.2.1.1	Área de carga	243
3.2.1.2	Área de solventes	243
3.2.1.3	Bodega de productos Agrofeed	245
3.2.2	Ruta de evacuación	248
3.2.3	Punto de reunión	249
3.2.4	Equipo de protección personal (EPP)	249
3.2.4.1	Área de solventes	249
3.2.4.2	Bodega de productos Agrofeed	251
3.2.5	Dispositivos de seguridad y emergencia	253
3.2.5.1	Extintores, duchas y lavaojos	253
3.2.5.2	Equipo de recolección de derrames	255
3.2.6	Clasificación de áreas	256
3.2.6.1	Diagrama de áreas modificadas	256
3.2.6.2	Nivel de peligrosidad de áreas modificadas	257
3.2.7	Modificaciones propuestas al plan de contingencias	258
3.2.7.1	Contra incendios	260
3.2.7.2	Contra desastre natural	260
4.	FASE DE DOCENCIA	261
4.1	Capacitaciones	261
4.1.1	Métodos de capacitación	261
4.1.1.1	Material audiovisual	262

4.1.1.2	Charlas	262
4.1.1.3	Práctica (simulacro)	263
4.1.2	Temas de capacitación	263
4.1.2.1	Modificaciones realizadas a las áreas de trabajo respectivas	264
4.1.2.2	Modificaciones a plan de contingencias	265
4.1.2.3	Niveles de toma de decisiones en caso de contingencia	267
4.2	Planificación de simulacro	269
4.2.1	Establecimiento de carácter de simulacro	269
4.2.2	Establecimiento de fecha	269
4.2.3	Notificación a autoridades respectivas	270
4.2.4	Notificación a empresas aledañas	271
5.	MEDIO AMBIENTE	273
5.1	Actividades de la empresa y su relación con el medio ambiente	273
5.1.1	Manipulación de ácidos	274
5.1.2	Manipulación de solventes	276
5.1.3	Elaboración de mezclas	277
5.1.3.1	Químicas	278
5.1.3.2	Fertilizantes	278
5.1.4	Empleo de montacargas	279
5.1.4.1	Eléctrico	280
5.1.4.2	Diesel	280
5.1.5	Almacenaje de productos	281
5.2	Manejo de desechos peligrosos	281
5.3	Beneficios al medio ambiente	283

5.3.1	Aprovechamiento de agua de lluvia	283
	CONCLUSIONES	285
	RECOMENDACIONES	289
	BIBLIOGRAFÍA	291
	ANEXOS	293

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama Brenntag Guatemala, S.A.	9
2	Montacargas manual	18
3	Variaciones de montacargas manual	18
4	Montacargas eléctrico	19
5	Montacargas diesel	20
6	Máquina de llenado “uno a uno”	24
7	Máquina de llenado múltiple	25
8	Diagrama causa-efecto – deficiencias actuales	51
9	Fotografías de ingreso de camiones de la empresa para ser cargados	53
10	Fotografías de carga de tambores en camión de reparto	54
11	Fotografías de ubicación final de carga y revisión de la misma por agentes de seguridad	55
12	Diagrama de flujo – proceso de carga	56
13	Fotografías de apoyo de OM2 a actividades paralelas	59
14	Fotografías de ingreso de furgón a área de descarga	66
15	Fotografías de proceso de descarga de contenedor	67
16	Fotografías de almacenaje de productos descargados	67
17	Diagrama de flujo – proceso de descarga	68
18	Fotografías de carga a piso para entarimar antes de ser descargada	70
19	Fotografías de movimiento de tarimas ajustadas dentro de un contenedor	71

20	Fotografías de sistema de inventarios PEPS en bodegas	74
21	Fotografía vista exterior Bodega Industrial # 1	75
22	Fotografías de sub-bodegas de Bodega Industrial # 1	75
23	Fotografía de vista exterior Bodega Industrial # 2 y bodega de inflamables	76
24	Fotografías de bodega de inflamables y sub-bodegas de Bodega Industrial # 2	76
25	Fotografías de bodegas que actualmente cuentan con un sistema de <i>racks</i> instalado	77
26	Fotografías de bodegas que actualmente no cuentan con un sistema de <i>racks</i> instalado	78
27	Fotografías de bodega de productos Agrofeed	79
28	Fotografías sobre situación actual de proceso de almacenaje en bodega de productos Agrofeed	82
29	Fotografías de ingreso, ubicación y colocación de conos y cuñas de cisterna en área de Solventes	85
30	Fotografías de proceso de entamborado y entarimado de solventes	86
31	Fotografías de proceso de descarga de solventes de cisterna a tanques de almacenaje	87
32	Diagrama de flujo – descarga de solventes	88
33	Fotografías de ingreso y preparación de cisterna de corrosivos para ser descargada	92
34	Fotografías de proceso de descarga de corrosivos	92
35	Fotografías de proceso de envasado de corrosivos	93
36	Diagrama de flujo – descarga de corrosivos	94
37	Fotografías de suministro de MP por OM2 para formulaciones Agrofeed	96
38	Fotografías de proceso de formulación de productos Agrofeed	97
39	Fotografías de mezclado final de formulaciones en reactores	97

40	Fotografías de envasado de formulaciones Agrofeed	98
41	Diagrama de flujo – producción de fertilizantes	99
42	Fotografía de apoyo de OM2 a área de solventes	102
43	Fotografía de apoyo de OM2 a área de corrosivos	103
44	Fotografías de apoyo de OM2 a área de Agrofeed	104
45	Fotografía de tiempo productivo de proceso de carga	114
46	Fotografía de tiempo improductivo de proceso de carga	115
47	Fotografía de tiempo ocioso de proceso de carga	117
48	Formato de hoja de toma de tiempos para proceso de carga	120
49	Formato de hoja de toma de tiempos para proceso de papeleo	135
50	Fotografías de bodega Agrofeed no rackeada	155
51	Diagrama general de terminal Petapa	157
52	Fotografías de método de almacenaje actual (3 estibas máximo)	160
53	Fotografías de variedad de productos y empaques almacenados en Bodega Agrofeed	161
54	Fotografías de dificultades de aplicación del método PEPS por falta de <i>racks</i> en Bodega Agrofeed	162
55	Dimensión inicial de bodega de productos Agrofeed	164
56	Fotografías de ancho de pasillos en distribución de bodegas actual	167
57	Diagrama inicial propuesto para distribución de <i>racks</i> en bodega de productos Agrofeed	170
58	Fotografía de <i>rack</i> tipo selectivo	172
59	Segunda propuesta para distribución de <i>racks</i> en bodega de productos Agrofeed	174
60	Distribución final propuesta para nuevo sistema de <i>racks</i>	182
61	Diagrama de flujo – proceso de entamborado	186
62	Fotografías de máquina de llenado actual – proceso de Entamborado	190

63	Fotografía de sistema de rodillos actual – proceso de entamborado	191
64	Diagrama actual de área de solventes (proceso de entamborado)	198
65	Máquina de llenado sub-superficial propuesta	204
66	Sistema transportador de rodillos propuesto	204
67	Sistema de polipasto propuesto	205
68	Alternativa 1A y 1B propuestas para nuevas distribución de maquinaria y equipo en área de solventes	206
69	Alternativa 2A y 2B propuestas para nuevas distribución de maquinaria y equipo en área de solventes	207
70	Alternativas No. 1 y 2 para armadura de polipasto propuesta	208
71	Diagrama propuesto – proceso de entamborado	214
72	Alternativa final elegida para nueva distribución de maquinaria y equipo en área de solventes	216
73	Señalización industrial propuesta (área de Solventes)	244
74	Señalización industrial genera propuesta (Bodega de Productos Agrofeed)	246
75	Señalización industrial específica propuesta (área de productos Agrofeed)	247
76	Ruta de evacuación actual y propuesta para área de Solventes	248
77	EPP propuesto para área de Solventes	250
78	EPP propuesto para bodega de productos Agrofeed	251
79	Comparación entre distribución actual y propuesta de equipo de emergencia (extintores, duchas y lavaojos)	254
80	Comparación de distribución actual y propuesta de equipo de recolección de derrames	255
81	Diagrama de área de corrosivos	256
82	Diagrama de área de inflamables	257

83	Diagrama de riesgo de incendio	257
84	Diagrama de riesgo de derrame líquido	258

TABLAS

I.	Análisis FODA de la situación actual de la empresa	46
II.	Matriz FODA	48
III.	Tiempos totales de proceso de carga	124
IV.	Porcentaje de ocurrencia de actividades (P/I/O) de proceso de carga	125
V.	Tiempos totales de actividades (P/I/O) de proceso de carga	125
VI.	Porcentaje carga-papeleo del tiempo total de carga	125
VII.	Relación de actividades (P/I/O) de proceso de carga	126
VIII.	Tiempos de carga y descarga	126
IX.	Porcentaje de tiempo carga-descarga de actividades (P/I/O) de proceso de carga	126
X.	Tiempos promedio de carga y descarga (con/sin papeleo)	126
XI.	Tiempos promedio de carga, descarga y papeleo	127
XII.	Distribución de tiempo improductivo	127
XIII.	Tiempos promedio de actividades de proceso de papeleo	137
XIV.	Porcentajes promedio totales de actividades de proceso de papeleo	138
XV.	Tiempo total de proceso de papeleo sin/con certificados	138
XVI.	Resultados o beneficios esperados por implementación de propuestas al proceso de papeleo	143
XVII.	Resultados totales de proceso de papeleo	146
XVIII.	Porcentajes promedio totales de actividades de proceso de papeleo	146
XIX.	Tiempo total de papeleo sin/con certificados	146
XX.	Tiempos promedio de actividades de proceso de papeleo	148
XXI.	Tiempos promedio de proceso de carga y papeleo	149

XXII.	Tiempos promedio de proceso de papeleo propuesto	150
XXIII.	Tiempos promedio de proceso de carga y papeleo propuestos	151
XXIV.	Comparación de tiempo promedio entre proceso de papeleo actual y propuesto	152
XXV.	Comparación de tiempo promedio entre proceso de carga actual y propuesto	152
XXVI.	Especificaciones de marcos y largueros de <i>rack</i> selectivo	173
XXVII.	Total de marcos y largueros de nuevo sistema de <i>racks</i>	180
XXVIII.	Formato de Matriz de Análisis de Riesgos	236

GLOSARIO

Control de Inventarios	Método utilizado para fijar el costo de las mercancías de una empresa.
Distribución de Planta	Proceso por medio del cual se determina la mejor ordenación o distribución de los factores que intervienen en un sistema productivo, capaz de cumplir objetivos adecuada y eficientemente.
Ergonomía	Estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo.
Estudio de Tiempos	Técnica empleada para determinar, con la mayor exactitud posible, y partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada.
<i>ExplosionProof</i>	Característica de los dispositivos eléctricos especialmente diseñados para poder ser empleados en áreas donde se manejan productos inflamables o existe riesgo de incendio y/o explosión.
Máquina Llenadora	Equipos diseñados para hacer más eficientes y exactos los procesos de llenado de distintos tipos de recipientes.

Montacargas	Vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos.
Palletizado	Ubicación de recipientes (llenos o vacíos) u objetos en una tarima.
Polipasto	Máquina que se utiliza para levantar o mover una carga con una gran ventaja mecánica, ya que requiere aplicar una fuerza mucho menor al peso que hay que mover. Consta de dos o más poleas incorporadas para minimizar el esfuerzo.
Productos Agrofeed	Fertilizantes y abonos, empleados para favorecer el crecimiento óptimo de los frutos y vegetales cosechados.
Rack	Estantería designada para el almacenaje, a nivel industrial, de materiales y productos cuyas características pueden variar consistentemente, y que dependen de la naturaleza de las actividades que realice la empresa.
Rackeado	Ubicación de recipientes (llenos o vacíos) u objetos en un <i>rack</i> .
Solventes	Compuestos orgánicos basados en el elemento químico Carbono.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contempla la optimización de tres diferentes procesos de la empresa, cada uno de ellos correspondiente a un área distinta de la planta.

El primero de ellos es el proceso de carga, el cual actualmente posee un tiempo de ejecución considerablemente alto, lo que afecta el proceso de distribución y entrega de pedidos a clientes. Para lograr su optimización, se llevaron a cabo tres diferentes estudios de tiempos, con la finalidad de determinar los elementos críticos del proceso y sub-procesos involucrados.

Con el primer estudio, se determinó que el elemento crítico era el sub-proceso de papeleo y certificados. Posteriormente, se procedió con el estudio específico de este sub-proceso, determinando como elemento crítico la obtención de certificados por pedido. Con esta información se procedió a realizar propuestas de cambio a los diferentes involucrados en el proceso, para posteriormente realizar el tercer estudio bajo esas condiciones. Los resultados obtenidos fueron totalmente positivos y sobrepasaron las expectativas.

El segundo de los procesos a optimizar fue el de almacenaje de productos en las bodegas de la planta. Se logró determinar que el espacio disponible estaba siendo subutilizado, desperdiciando prácticamente un 100% de la capacidad de almacenaje de la bodega. Además se determinó que las condiciones de almacenaje actuales perjudicaban la calidad de los productos y sus empaques, así como desfavorecían por completo el método de rotación de inventarios PEPS empleado.

Para resolver éstos problemas, se propuso la implementación de un nuevo sistema de *racks*, que se adecuara a las necesidades y características del sistema de almacenaje. Para ello se realizó el proceso de cotización del equipo y los estudios de distribución de planta respectivos. Finalmente se eligió el tipo de *racks* a instalar, siendo en este caso del tipo “selectivo”, seguido de la elección final de la distribución óptima del mismo.

El tercer y último proceso a optimizar con el presente proyecto era el de entamborado, en el área de solventes. Actualmente, el 90% del proceso se lleva a cabo de manera manual, lo que representa un involucramiento excesivo de la mano de obra para su ejecución. Por ello, se propuso la implementación de maquinaria y equipo nuevo que permita la automatización del proceso, a través del proceso de cotización y los estudios de distribución de planta respectivos.

Finalmente, se logró determinar el equipo óptimo a instalar, así como su distribución óptima para satisfacer las necesidades del proceso, y los requerimientos de seguridad y ergonomía respectivos.

OBJETIVOS

General

Reestructuración de la logística de la empresa en cuanto a la recepción, almacenaje, manejo y distribución de los productos, sistematizando procesos, aprovechando al máximo el tiempo productivo de los operarios, y optimizando el espacio disponible en las bodegas y en la planta de producción.

Específicos

1. Determinar, por medio de un estudio de tiempos inicial, los elementos y/o factores críticos que limitan el proceso de carga.
2. Proponer las modificaciones consideradas para lograr la optimización del proceso de carga y reducir su tiempo de ejecución.
3. Optimizar los sistemas y métodos de almacenaje con que actualmente cuenta la empresa, por medio de la implementación de un sistema de *racks* que amplíe la capacidad de almacenaje en bodegas propias y favorezca el método PEPS.
4. Lograr el aprovechamiento óptimo del espacio disponible en la bodega, realizando la distribución adecuada del nuevo equipo de acuerdo a estudios de distribución de planta.

5. Optimizar el proceso de entamborado mediante la automatización de los sistemas y maquinaria involucrados, reduciendo el involucramiento de la mano de obra e incrementando su eficiencia.
6. Elegir la maquinaria y equipo óptimo a instalar para satisfacer los requerimientos mínimos de ergonomía y seguridad para el área de entamborado.
7. Distribuir adecuadamente, con base en un estudio de distribución de planta, la nueva maquinaria para proceso de entamborado, logrando el aprovechamiento óptimo del espacio disponible en el área
8. Determinar, por medio de un análisis de riesgos, las alteraciones sufridas por los sistemas y condiciones de seguridad de las áreas modificadas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mercado tiene muchas exigencias para con las empresas proveedoras de bienes y/o servicios. Estas exigencias generalmente se encuentran dentro de alguno de los siguientes tres campos: calidad, seguridad y ambiente. Estos factores conforman la base de la competitividad, a tal grado que pueden llegar a determinar, por encima de los precios, la preferencia por parte de los clientes.

Que el cliente perciba estos elementos en el producto y/o servicio depende del grado en que cada uno de estos factores se cumpla a cabalidad en la empresa que los provee. Esto a su vez dependerá mucho de la presencia de procesos óptimos y eficientes, por medio de los cuales se realicen las distintas actividades en la empresa, que permitan el aprovechamiento de los recursos (tanto materiales como de tiempo) al máximo, con el mínimo de errores y en el menor tiempo posible.

Cuando las características de los procesos y/o actividades no se cumplan, se procede con la realización y aplicación de estudios y herramientas de ingeniería específicas que permitan determinar no solo los elementos críticos del proceso, sino la mejor manera de manejarlos y proceder a modificarlos para obtener los resultados deseados. Dentro de estos estudios o herramientas se encuentran, por ejemplo, el diagrama de flujo, el estudio de tiempos, el estudio de distribución de planta, y el estudio de ergonomía y seguridad en el trabajo.

Finalmente, es adecuado realizar un análisis sobre las nuevas propuestas, tanto en sentido cuantitativo como en sentido cualitativo. Esto

permitirá determinar si es factible implementar las propuestas planteadas, o si las condiciones óptimas se lograrán modificando otros factores relacionados con la actividad estudiada. Con esto se asegura un desarrollo óptimo de los procesos, lo que a su vez asegura servicios y/o productos de calidad, realizados bajo condiciones ideales de seguridad y de cuidado al medio ambiente.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Brenntag

Brenntag Latino América proporciona servicios a un gran número de mercados ofreciendo una completa gama de productos químicos industriales y especializados.

Se involucra en todo aquello relacionado con los productos químicos, lo cual hace que se encuentre a la cabeza en el campo de la distribución química. Sus productos incluyen pinturas y pigmentos, revestimientos y adhesivos, procesamientos químicos, productos para el cuidado personal, productos farmacéuticos, cosméticos, plásticos, poliuretanos, productos agroquímicos, petróleo y gas, etc. Algunos de los abastecedores globales de Brenntag Latino América son: *Exxon MobilChemical*, BASF, DOW, bp, *OxyChem*, LYONDELL, P&G y *Shell Chemicals*.

Sus criterios de dirección se basan en el sistema CASA, cuyas siglas significan calidad, seguridad y ambiente. Evalúan el posible efecto del sistema CASA en todas las actividades para garantizar que éstas se llevan a cabo de una manera segura, limpia y efectiva en toda la organización.

1.1.1 Brenntag Guatemala, S.A.

Brenntag Guatemala, S.A. es una de las subsidiarias de la Corporación Brenntag Latino América, establecida desde 1974 como parte del Grupo HCI. Nuestra principal actividad es la distribución de Químicos Industriales,

siendo el líder del mercado en Guatemala. Estamos comprometidos con el mejoramiento de la calidad, diversificación de productos y un servicio al cliente de excelencia.

Desde 1997 contamos con la certificación ISO 9002. Igualmente operamos siguiendo los lineamientos del Programa CASA (calidad, ambiente y seguridad) establecidos por nuestra casa matriz a nivel mundial, lo cual nos ha permitido sobrepasar los estándares locales.

La fuerza laboral está conformada por 55 personas de los cuales 60% trabaja en el área de Ventas y Administración y el 40% restante en el Área Operativa.

Las oficinas de Ventas, Administración y Logística se encuentran en la ciudad de Guatemala, en un área total de 5,000 m², incluyendo 1,000 m² de oficinas, 1,400 m² de bodega y 12 tanques de líquido con capacidad para 350 m³ en total. Una planta de fertilizante líquido opera igualmente en esta localidad para proveer de producto manufacturados a la mayoría de nuestros clientes Agro.

Una bodega para almacenaje y una localidad de empaque opera en Escuintla a 98.5 kilómetros de la ciudad de Guatemala y cerca del Puerto Quetzal (sector pacífico). Esta área techada de 2,500 m² se dedica a la manipulación de Sulfato de Sodio y Sodio Carbonatado.

En el Puerto de Santo Tomás (sector atlántico), contamos con 6,000 m³ de almacenaje para líquidos (32 tanques), y 350 m² de oficina y bodega. Esta localidad es utilizada principalmente para el almacenaje, bombeado y carga de solventes, Soda Cáustica en líquido y Avgas.

La actividad comercial está dividida en IBU (*Industrial Business Units*, Unidades Industriales de Negocio), siendo la de más relevancia los productos relacionados con el cuidado personal y detergentes; lacas y pinturas; y textiles. Estas tres unidades representan cerca del 50% de las ventas anuales de la compañía.

Siendo nuestra principal actividad la distribución de químicos industriales, también nos dedicamos a actividades no menos importantes, como lo son el servicio de almacenaje, ventas directas o indirectas, mezclas personalizadas según especificaciones del cliente, producción de fertilizantes líquidos y el desarrollo de químicos especializados.

Entre los principales productos que vendemos están la Soda Cáustica en líquido, solventes y mezclas, sulfato de sodio, combustible para aviación y sodio carbonatado.

1.2 Antecedentes de la empresa

En esta sección se encuentra la información principal que describe la empresa, a qué se dedica, sus objetivos y políticas, los procesos que desarrolla y la manera en que lleva a cabo sus actividades. Además, se plantea una descripción general de los diferentes términos teóricos utilizados a lo largo del trabajo, lo que pretende facilitar la comprensión del mismo al lector.

1.2.1 Ubicación

Brenntag Guatemala, S.A. se encuentra ubicada en la 23 avenida 40-19 zona 12 de la ciudad capital. Estas instalaciones comprenden sus oficinas centrales, su planta de producción y bodegas de almacenaje.

Aparte de estas instalaciones, la empresa cuenta con dos más, ubicadas en las respectivas zonas portuarias del país. Una en Escuintla, kilómetro 98.5 carretera a Pto. Quetzal, a un costado de Zeta Gas. La otra ubicada en Zolic (Zona de Libre Comercio) Santo Tomás, Izabal.

1.2.2 Historia

Los orígenes de *HollandChemical International* (HCI) se remontan al 27 de febrero de 1920 en Holanda, y al establecimiento de la compañía "Holanda Colombia Voorhen J. & W. Wegman". Esta operación comercial tuvo lugar en Barranquilla, Colombia, a través de la distribución de queroseno y aceite combustible. Ambos productos procedían de una refinería Shell construida para aquel entonces en Curaçao.

En 1960, la empresa fue adquirida por un pequeño grupo privado residente en las Antillas Holandesas. Uno de estos grupos pertenecía a Gerry (G. J.) Staartjes, alumno de una prestigiosa escuela holandesa de negocios y empleado por la compañía local "*Beurs – en Nieuwsberichten*" desde 1953. En poco tiempo fue él quien asumió la administración diaria del negocio.

Bajo la gestión del Sr. Staartjes, la compañía se expandió rápidamente impulsada por la industrialización de Latino América. Todos los esfuerzos se centraron en el desarrollo de operaciones en Colombia y países vecinos. Nuevas oficinas se inauguraron en Ecuador, Perú, Venezuela, los países de Centro América y posteriormente en Brasil, Chile y la República Dominicana. En el área de Centro América, HCI se estableció en Guatemala hace 31 años y se expandió hasta El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, con siete oficinas de distribución y tres terminales.

La empresa desarrolló una red de logística y facilidades de servicio y apoyo además su propia red de tanques de almacenamiento. Mientras se daba esta expansión, el Sr. Staartjes trasladó sus oficinas principales a Bogotá, capital de Colombia. GerryStaartjes reinvertió sus ingresos en HCI para asegurar la continuidad del crecimiento de la compañía.

Las actividades de distribución estimularon la necesidad de una infraestructura logística más amplia, incluyendo almacenaje a granel y embarque. El grupo construyó terminales de almacenamiento para químicos líquidos y sólidos en los diferentes mercados nacionales, y estableció una flota de tanqueros para embarcar estos productos desde los Estados Unidos y Europa. La Gerencia de Flota, incluyendo la carga de la flota en su viaje de retorno, se centralizó en la oficina de Houston, Estados Unidos. Durante la década de 1980, el Sr. Staartjes indujo el traslado de parte de su división operacional a Houston. Houston se convirtió así mismo en la base para la compra centralizada de bienes previstos para Sur América y América Central.

HollandChemical International emprendió su expansión en Norte América durante la década de 1980, seguida por Europa en la década de 1990. La expansión geográfica avanzó con el incremento de transacciones de intercambio, lo cual apresuró la transferencia de la empresa matriz desde Colombia hacia Bermudas. Más tarde, a finales de 1993, la continuada internacionalización y el propósito de convertirse en una referencia global, llevaron a que la empresa se estableciera nuevamente en Holanda, donde ya había sido registrada.

HCI logró una excelente posición en el mercado mediante su consolidación con Brenntag en 2001. La compañía continúa enfocándose en proveer soluciones de valor agregado a sus clientes y en desarrollar soluciones

contratadas excepcionales, tales como las de mezclas y combinaciones de productos.

Hoy en día trabajan más de 1,000 empleados en Brenntag Latino América, de los cuales la mayoría llegó de HCl, algunos con más de 30 años de experiencia dentro de la empresa. El espíritu emprendedor de la versión original de HCl aún permanece vivo en Brenntag.

1.2.3 Misión

Según el Plan Estratégico Brenntag 2008, su misión es:

“Por medio de la excelencia del mejor sistema de distribución y comercialización, sustentable y con respecto del medio ambiente, enlazar productores y consumidores de productos químicos, asegurando la máxima efectividad y creación de valor; y ofreciendo formas innovadoras de trabajo basadas en el conocimiento de las necesidades de ambos.”

1.2.4 Visión

Siguiendo el plan estratégico de la empresa, su visión es:

“Duplicar cada 3 años nuestro valor económico, ejecutando tres estrategias claves:

- Crecimiento del negocio de especialidades
- Proporcionar más servicios de valor añadido a nuestros clientes y abastecedores, tales como mezcla de productos

- Facilitar una transición ágil de nuestro negocio de distribución, a productores especializados

Así como continuar con el desarrollo sostenido de nuestros negocios tradicionales, reafirmando nuestra posición de liderazgo en todos los países en donde tenemos presencia.”

1.2.5 Declaración de principios

Complementando esta sección del plan estratégico de la empresa, su declaración de principios es:

“Brenntag ofrece a sus abastecedores y clientes formas innovadoras de trabajar juntos, basadas en un conocimiento preciso de la producción y la distribución.

Al funcionar como nexo entre los productores y los usuarios, podemos asegurar la máxima efectividad y valor añadido.

Nuestras soluciones logísticas orientadas hacia el proceso permiten a nuestros abastecedores y clientes centrarse en su negocio a la vez que se benefician de nuestra destreza y eficiencia.”

1.2.6 Estructura organizacional

La empresa cuenta con una estructura organizacional funcional, la cual agrupa las especialidades ocupacionales de carácter similar o relacionadas. Esto permite dividir, además de evitar la duplicación de puestos, la organización

en departamentos, cada uno de ellos enfocado en una especialidad en particular.

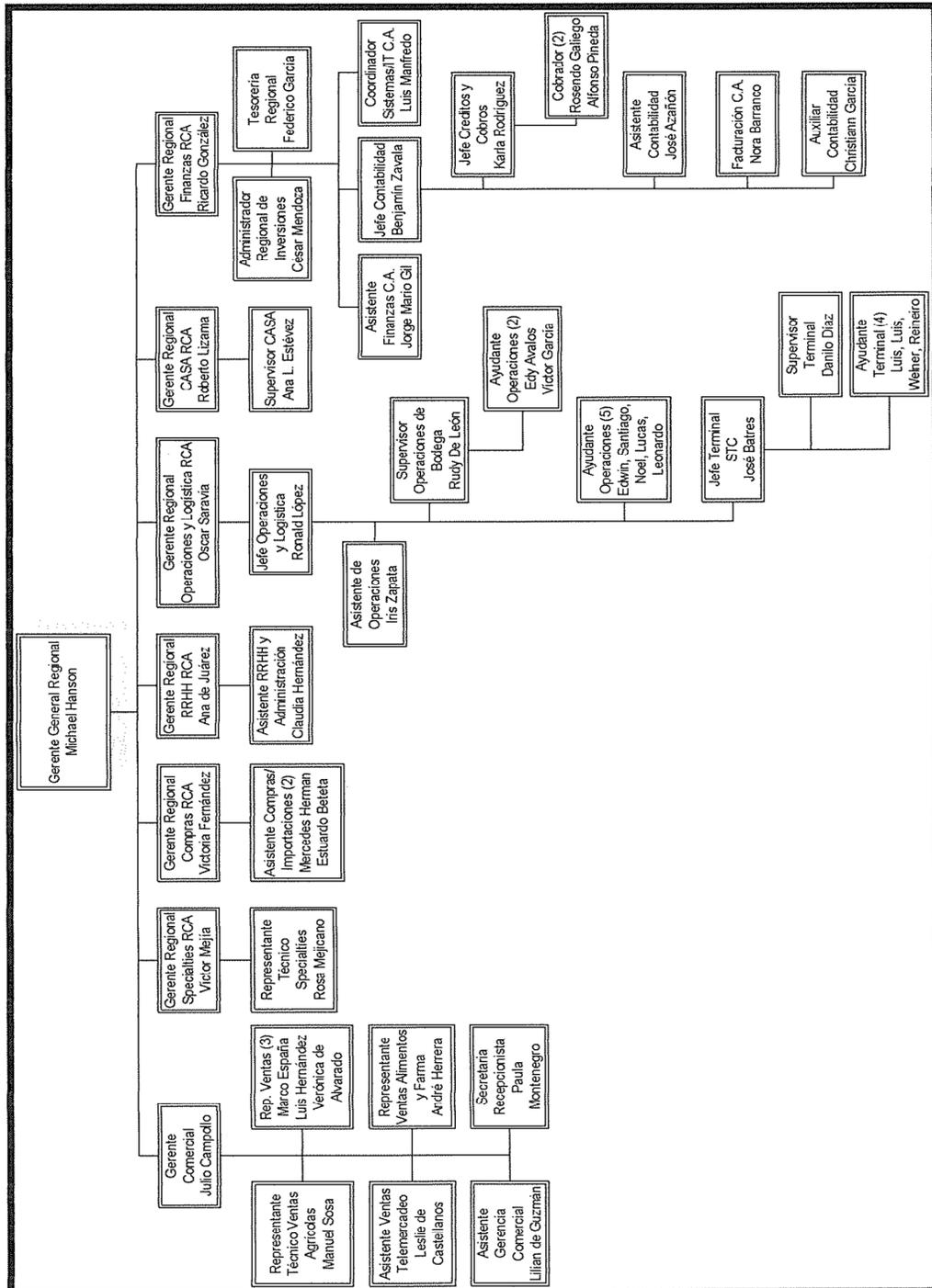
Cada departamento cuenta con una autoridad superior, con cierto número de subordinados a su cargo. Los 7 departamentos que conforman la empresa son:

- Departamento Comercial
- Departamento Regional de Especialidades RCA
- Departamento Regional de Compras RCA
- Departamento Regional de RRHH RCA
- Departamento Regional de Operaciones y Logística RCA
- Departamento Regional CASA RCA
- Departamento Regional de Finanzas RCA

1.2.6.1 Organigrama

El organigrama que actualmente describe la estructura organizacional de la empresa se presenta a continuación en la Figura 1:

Figura 1. Organigrama Brenntag Guatemala, S.A.



Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

1.2.7 Jornadas de trabajo

En la empresa, las jornadas de trabajo se dividen en dos, la establecida para el área operativa y la establecida para el área administrativa. Ambas corresponden a la jornada diurna, cada una con su horario respectivo de acuerdo a las características de los procesos y actividades que conforman cada área. La descripción de dichas jornadas es la siguiente:

1.2.7.1 Área administrativa

El área administrativa en los países de América cumple con una jornada de trabajo diurna, con la finalidad de coincidir en el horario laboral y poder interactuar con los demás países durante la mayor parte de la jornada, existiendo algunas variaciones debido a los cambios de latitud de cada uno de los países.

La jornada de trabajo para ésta área es de 8:00 a 17:30 horas, de lunes a viernes. Se laboran 8 horas diarias, ya que los empleados cuentan con 1.5 horas de almuerzo.

Generalmente, los empleados terminan su jornada laboral entre las 18:00 y 19:30 horas, debido a la cantidad de asignaciones que cada uno posee. Este tiempo extra, a partir de las 17:30 horas, es tomado como horas extras.

1.2.7.2 Área operativa

El área operativa, a diferencia de la administrativa, no tiene necesidad de que su jornada laboral coincida con la del resto de países de la región, por lo que es establecida de acuerdo a las necesidades de cada planta. El encargado

de determinar esta jornada es el jefe de operaciones, ya que es quien coordina todas las actividades operativas de la planta.

La jornada de trabajo para esta área es de 7:30 a 16:30 horas, de lunes a viernes. Se laboran 8 horas diarias, ya que los empleados cuentan con 1 hora de almuerzo. En cuanto al día sábado, el jefe de operaciones programa los turnos de trabajo en el mes, notificando con un mes de anticipación a los empleados sobre dicha programación. Las horas que los empleados laboren este día son tomadas como horas extras.

Ya que las horas extras no son obligación para los empleados, estos deben notificar con un mínimo de dos semanas de anticipación si podrán cubrir el turno que les fue designado, para que el jefe de operaciones lo tome en cuenta y pueda designar a otra persona.

En términos generales, los empleados cumplen con los horarios de trabajo establecidos, principalmente los operadores de montacargas y los operarios del área de solventes. En cuanto al operador encargado del área de Agrofeed, éste en promedio extiende su jornada laboral hasta las 19:30 horas, dos veces por semana.

Los operarios del Área de Corrosivos también extienden su jornada laboral hasta esa hora, entre dos y cuatro veces por semana, dependiendo de los ingresos de cisternas que hayan al área, ya que éstas son aprovechadas a descargar a partir de las 13:30 horas, llegando a durar el proceso hasta 6 horas. En éstos casos, un operador de montacargas debe acompañar el proceso, para el suministro y retiro de tarimas y recipientes.

1.2.8 Materias primas y materiales

En general, y como ya se ha descrito anteriormente, Brenntag dedica la mayor parte de sus actividades a la importación, almacenaje, venta y distribución de productos químicos industriales y especializados. Dentro de ellos, se encuentran dos ramas principales, los solventes y los ácidos, de los cuales, por medio de diferentes proporciones de mezclado, se derivan el resto de productos que manejan.

Aparte de esto, la empresa dedica un porcentaje relativamente pequeño de sus actividades operativas a la formulación de fertilizantes especializados, cada uno de ellos producido con un objetivo o para un tipo de cosecha particular, de acuerdo a las exigencias y necesidades del cliente.

1.2.8.1 Solventes

“Los solventes son compuestos orgánicos basados en el elemento químico Carbono. Ellos producen efectos similares a los del alcohol o los anestésicos. Estos efectos se producen a través de la inhalación de sus vapores.

Algunos de ellos tienen aplicaciones industriales como los pegamentos, pinturas, barnices y fluidos de limpieza. Otros son utilizados como gases en aerosoles, extinguidores de fuego o encendedores para cigarrillos.”¹

En particular, en la empresa se manejan solventes altamente inflamables y volátiles, razón por la cual el área donde éstos se manipulan es de un riesgo elevado, al igual que el área donde se almacenan. Los productos con

¹<http://www.d-lamente.org/sustancias/solventes.htm>

los que generalmente se trabaja son: Tolueno, Metanol, Acetona, Xileno, N-Propanol, Butil, Hexano, Etanol, N-Propil-Acetato, MIBK e Isopropanol.

1.2.8.2 Ácidos

“Son compuestos químicos que, cuando se disuelven en agua, producen una solución con una actividad de catión hidronio mayor que el agua pura, o sea un pH menor que 7. Pueden existir en forma de sólidos, líquidos o gases, dependiendo de la temperatura. También pueden existir como sustancias puras o en solución.

Existe una gran variedad de aplicaciones para los ácidos. Frecuentemente son usados para eliminar herrumbre y otra corrosión de los metales en un proceso conocido como *picking*.

Algunos se emplean como agentes de reacciones de deshidratación y condensación. Por otro lado, son empleados en la industria alimenticia como aditivos de bebidas y alimentos, puesto que alteran su sabor y sirven como preservantes.”²

Para la empresa, las aplicaciones de los productos que manejan son principalmente éstas últimas, en el campo de la industria alimenticia. Aparte de éstas, son empleados para aplicaciones diversas de acuerdo con las características de la naturaleza de las actividades a las que se dedican sus clientes.

² <http://www.d-lamente.org/sustancias/acidos.htm>

1.2.8.3 Productos Agrofeed

Estos productos son elaborados específicamente por la empresa para satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes dedicados a actividades agrícolas. Consisten principalmente en fertilizantes y abonos, empleados para favorecer el crecimiento óptimo de los frutos y vegetales cosechados.

Los productos elaborados conforman un listado de aproximadamente quince formulaciones generales preestablecidas, cada una designada para la fertilización de un producto en particular. Estas pueden ser obtenidas por cualquier cliente, y se les dan a conocer por medio del vendedor designado para el área, quien es el que les propone las características particulares de cada una de ellas, ofreciéndoles aquellas que más se acoplan a sus necesidades.

Aparte de estas formulaciones generales, existe la posibilidad de que cada cliente haga su requerimiento de mezclas específicamente diseñadas para sus necesidades. Para ello, el especialista en productos agroindustriales visita al cliente, recolecta la información de las especificaciones requeridas, y procede a elaborar la formulación que se acople a ellas.

Posteriormente, la formulación obtenida es trasladada a la persona encargada de aprobar las nuevas propuestas, quien realiza una serie de evaluaciones que permiten determinar si ésta es factible y efectiva.

1.2.9Maquinaria y equipo

En esta sección se describen las generalidades y algunas particularidades de los equipos utilizados en la planta para llevar a cabo sus actividades, especialmente aquellos que intervienen en los procesos tomados en cuenta para la realización de este proyecto.

1.2.9.1 Montacargas

A continuación se describe en qué consiste un montacargas, funcionamiento y operación, sus principales clasificaciones y tipos, y los métodos y procedimientos que conforman su mantenimiento preventivo.

Definición

“El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos. Su característica principal de este medio móvil es su capacidad de soportar peso, que una persona no puede tolerar, lo cual simplifica el movimiento, traslado y orden de mercaderías en uso industrial y/o comercial.”³

Son utilizados principalmente en almacenes o bodegas para manipular y/o trasladar materiales pesados de un punto a otro, almacenarlos en estanterías o *racks*, colocarlos en un vehículo transportador de carga, etc.

³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Montacargas>

Funcionamiento y operación

Los montacargas tienen las ruedas guidoras en la parte trasera. La parte trasera del montacargas gira en círculo alrededor de las ruedas frontales que apoyan la mayoría de la carga. El operador debe revisar si la parte trasera tiene suficiente espacio para efectuar las vueltas.

Los montacargas en general son altos y angostos, y se vuelcan con facilidad, por lo que sus operadores deben conducirlos con precaución. Las dos ruedas pequeñas son las que tienen los frenos, por lo que no se detienen con rapidez.

Clasificación

A continuación se presentan la clasificación más común que se realiza de los montacargas, de acuerdo a sus características principales.

A) Según funcionalidad

En este apartado se clasifican los montacargas según las funciones para las que fueron diseñados.

a) Transporte de materiales

Son aquellos con los cuales es posible transportar materiales de un punto a otro. Generalmente cuentan con dos palas con las cuales se logra el transporte de *pallets*, sobre los cuales se colocan los materiales deseados para su manejo adecuado y seguro.

Poseen características generales que son necesarias en todos los modelos, como lo son las barras de protección acopladas a la carrocería de los mismos. La cabina puede ser abierta o cerrada, pero en cualquiera de los dos casos está obligada a ser como una jaula con la protección del montaje, funcionando como guardia por encima de la cabeza del operario.

b) Transporte de materiales y personas

Este tipo de montacargas poseen principalmente aplicaciones comerciales, dependiendo de las características del establecimiento en donde serán instalados, así como el uso que se les dará.

Dentro de las aplicaciones más comunes se encuentra el ascensor, empleado para trasladar personas y/o materiales a través de los diferentes niveles de un establecimiento (hoteles, centros comerciales, hospitales, obras o proyectos de construcción, etc.).

B) Según fuente de energía

En este apartado se clasifican los montacargas según sus modos de operación.

a) Manual

Es empleado cuando se requiere mover objetos demasiado pesados de forma práctica y segura. Constan de un sistema de rodamiento para facilitar el impulso y traslado de cargas diversas, así como un sistema de elevación. En la Figura 2 se muestra el diseño general de este tipo de montacargas:

Figura 2. **Montacargas manual**



Fuente: <http://images.google.com.gt>

Algunas de las variaciones de éste dispositivo se presentan a continuación en la Figura 3:

Figura 3. **Variaciones de montacargas manual**



Fuente: <http://images.google.com.gt>

b) **Eléctrico**

Este tipo de montacargas posee costos de operación considerablemente bajos en relación con las actividades para las que puede ser empleado, su capacidad, etc.

Son la mejor opción para uso en interiores, ya que son limpios y no producen emisiones de gases o cualquier otra sustancia dañina o peligrosa para la salud. Su operación es mucho más silenciosa y no requiere instalaciones de almacenamiento de combustible. Además, el

tiempo de vida útil de éstos tiende a ser más largo, y requieren menos mantenimiento.

Otra de las características que los diferencia de los demás, es el hecho de ser amigables con el medio ambiente.

A pesar de eso, posee desventajas como la inversión requerida o el hecho de que depende de la batería, lo cual aumenta los costos. Un ejemplo de éste tipo de montacargas se puede observar en la Figura 4:

Figura 4. **Montacargas eléctrico**



Fuente: <http://www.phharris.com.mx/productos/montacarga.jpg>

c) **Combustible (diesel o gas propano)**

En esta clasificación se encuentran los tipos de montacargas alimentados por productos combustibles, principalmente diesel (que en algunos casos es gasolina) y gas propano. Este tipo de montacargas se muestra a continuación, en la Figura 5:

Figura 5. **Montacargas diesel**



Fuente: <http://img3cdn.adoosimg.com>

Mantenimiento y acciones preventivas

Las normas de OSHA exigen que el montacargas se examine la primera vez que se pone en servicio y todos los días que se emplea para saber si presenta fallas. Si el montacargas se emplea sin interrupción, se debe examinar al finalizar o iniciar cada turno. Si un montacargas no resulta seguro, debe sacarse de servicio hasta ser reparado por una persona autorizada.

El manual del propietario del montacargas contiene verificaciones de rutina y tareas preventivas de mantenimiento que deben ser efectuadas por una persona de mantenimiento capacitada para mantener al montacargas en condiciones de operación seguras.

Se debe llevar un registro de este mantenimiento así como de cualquier reparación que se efectúe.

1.2.9.2 Máquina llenadora

A continuación se describe en qué consiste una máquina llenadora, así como sus principales clasificaciones y funciones.

Definición

“Las máquinas llenadoras de líquidos son equipos diseñados para hacer más eficientes y exactos los procesos de llenado de distintos tipos de recipientes. Estas son la parte fundamental de todo sistema de llenado, ya que es donde convergen todos los elementos del mismo (mangueras, recipientes, etc.), para que ésta se encargue de dosificar los líquidos de acuerdo a los parámetros establecidos por el usuario.”⁴

Sus características dependen de muchos factores, siendo los principales los siguientes: la clase de recipientes a ser llenados, la naturaleza de los productos líquidos que circularán por el sistema, las precauciones y medidas de seguridad que requiera el área donde serán instaladas y la disponibilidad de espacio.

A pesar de estas variaciones, estas máquinas están conformadas por características y elementos básicos, con las que todas cuentan. Tal es el caso de la lanceta, la báscula, el control PLC, etc.

Los sistemas de llenado en línea tienen varios diseños de máquinas para llenado de tambores, totes o tanquetas, recipientes entarimados, etc. En el caso particular del proyecto, el sistema requerido es una máquina llenadora de tambores de 55 galones.

⁴ http://www.fillers.com/drum_filler.htm

Clasificación

La clasificación más común que se realiza sobre este tipo de equipo se presenta a continuación.

A) Según características del área de trabajo

Ésta clasifica las distintas máquinas de acuerdo a las características de seguridad y resistencia que exija el área de trabajo donde serán colocadas.

a) Área peligrosa

“Esta clasificación se refiere principalmente a aquellas áreas con riesgo alto de explosión o incendio, sin descartar con esto otros tipos de peligros.”⁵

Este tipo de llenadoras se fabrican para manejar productos como solventes, derivados del petróleo, pinturas, etc. El diseño más común es aquel especial para “Áreas de Peligro de Explosión” (Clasificación Eléctrica: Clase I – División I).

Estas están fabricadas con compartimientos y tuberías especiales para todos los componentes eléctricos, los cuales están diseñados para contener y refrescar los gases explosivos en el proceso de auto-encendido dentro del sistema eléctrico.

⁵ <http://www.fillers.com/hazardous%20filling%20machines%20guide.htm>

b) Resistente a corrosión

“Este tipo especial de llenadoras están diseñadas y construidas específicamente con materiales resistentes a productos altamente corrosivos o ambientes abrasivos, como la fibra de vidrio y el plástico UHMW, o incluso de titanio.”⁶

Las llenadoras resistentes a la corrosión son empleadas principalmente en plantas que producen o manejan ácidos y cloros.

B) Según capacidad de llenado

Esta clasifica la maquinaria según la cantidad de recipientes que ésta puede llenar por ciclo.

a) Unitario

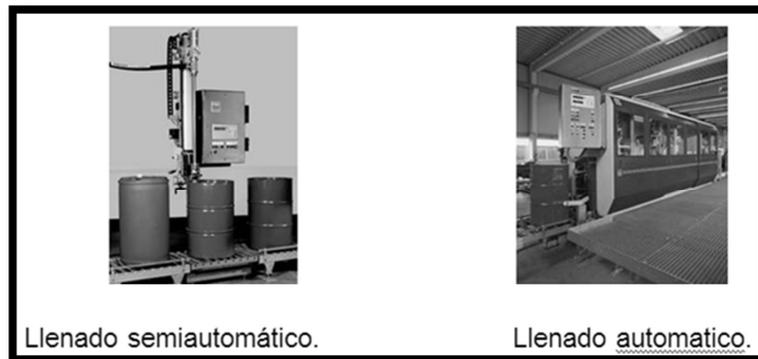
Esta clasificación se refiere a aquellas llenadoras con una línea abastecedora de recipientes individuales, sin encontrarse éstos palletizados. Este equipo puede ser tanto automático como semiautomático, dependiendo de los requerimientos de producción y características de velocidad y eficiencia deseadas.

Su velocidad de llenado es mayor al de la máquina de llenado múltiple o palletizado, ya que los recipientes ingresan y egresan uno tras otro al área de llenado, sin depender del llenado de otros recipientes. La desventaja es que al final del sistema, los recipientes deben ser

⁶ <http://www.fillers.com/Corrosionguide.htm>

palletizados. Un ejemplo de éste tipo de llenadora se muestra a continuación en la Figura 6:

Figura 6. **Máquinas de llenado “uno a uno”**



Fuente: <http://www.hft-beijing.cn/en/applications-products>

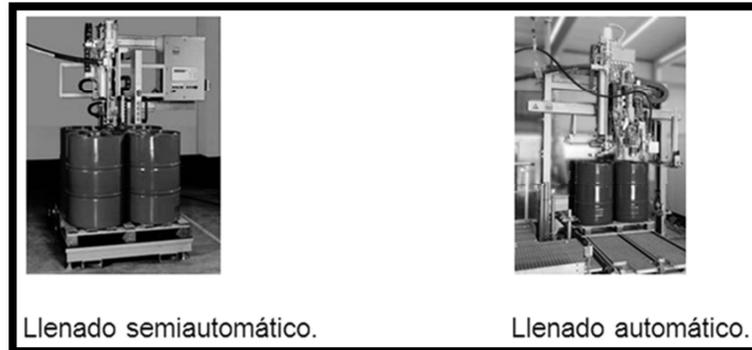
b) **Múltiple o palletizado**

Éste tipo de equipo está especialmente diseñado para el llenado múltiple de recipiente. Generalmente, en el caso de los tambores, los recipientes son agrupados en tarimas de 4 tambores cada una.

Su velocidad de llenado es menor a la de la máquina de llenado unitario, debido a que cada tambor debe esperar a que los demás del *pallet* estén listos para poder seguir su recorrido por el sistema.

La ventaja es que al salir del mismo, los tambores ya no deben ser palletizados, por lo que se recupera el tiempo perdido en el llenado. Un ejemplo de éste tipo de llenadora se muestra a continuación en la Figura 7:

Figura 7. **Máquina de llenado múltiple**



Fuente: <http://www.hft-beijing.cn/en/applications-products>

1.2.10 **Sistemas de Racks**

A continuación se describe en qué consiste un sistema de *racks*, así como sus principales clasificaciones y funciones.

1.2.10.1 **Definición**

“Los sistemas de *racks*, en sus diferentes formatos, se presentan como una de las principales soluciones para resolver los sistemas de almacenaje de empresas, depósitos, centros de distribución, etc. Son estanterías designadas para el almacenaje, a nivel industrial, de materiales y productos cuyas características pueden variar consistentemente, y que dependen de la naturaleza de las actividades que realice la empresa.”⁷

1.2.10.2 **Tipos**

A continuación se presentan los tipos de *racks* más comunes que existen, así como sus principales características y ventajas.

⁷ <http://www.todologistica.com/online/site/5842411.php>

Convencional o selectivo

Este sistema de estanterías es indicado para empresas o bodegas donde es necesario almacenar productos con gran variedad de referencias. Sus características principales son:

- Acceso directo y unitario a todas las referencias, tarimas o *pallets*
- Fácil control del *stock*
- Gran flexibilidad de carga, tanto en peso como en volumen
- Facilita el almacenaje
- Facilita la clasificación y aumenta la rentabilidad

Esta configuración permite, de ser necesario, almacenar un mayor número de tarimas, instalar estanterías de doble fondo que admiten almacenar una tarima delante de otra a cada lado del pasillo.

Dinámico

En cuanto a ésta modalidad, las estanterías incorporan caminos de rodillos con una ligera pendiente que permite el deslizamiento de las tarimas, por gravedad y a velocidad controlada, hasta el extremo contrario. Sus características particulares son:

- Perfecta rotación de tarimas (Sistema PEPS)
- Máxima capacidad al ser un sistema de almacenaje compacto
- Ahorro de espacio y tiempo en la manipulación de las tarimas

Es un sistema ideal para almacenes de productos perecederos, aunque es aplicable a cualquier sector de la industria o la distribución (alimentación, automoción, industria farmacéutica, química, etc.).

Drive-In

Este tipo de estanterías es adecuado para productos homogéneos con baja rotación y gran cantidad de tarimas por referencia. Es el sistema que permite la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura. Sus características principales son:

- Proporciona almacenamiento muy concentrado en poco espacio
- Uso recomendado para varias tarimas del mismo tipo (entre 8 y 12) de producto y baja rotación
- Cada pasillo se dedica a un tipo de producto
- Rentabilidad máxima del espacio disponible (hasta un 85%)
- Eliminación de los pasillos entre las estanterías y reducción al mínimo de espacio requerido para el montacargas (con lo que se gana espacio para zona de almacenamiento)
- Riguroso control de entradas y salidas
- Se puede adaptar a diferentes pesos y tamaños de carga, así como zonas sísmicas específicas

Existen dos sistemas de gestión de la carga: el sistema *drive-in*, con un único pasillo de acceso, y el sistema *drive-through*, con dos accesos a la carga, uno a cada lado de la estantería.

Picking

Las estanterías tipo *picking* están diseñadas para el almacenaje manual de mercancías. Este sistema es idóneo para referencias distintas, con cantidades pequeñas y variables, y de rotación fraccionada. Sus características particulares son:

- Solución óptima para referencias diferentes y de rotación fraccionada
- Válido para almacenar artículos voluminosos y pesados (por medio de la instalación de travesaños que aumentan la capacidad de carga)
- Regulación de los niveles de carga
- Fácil montaje

Permiten aprovechar al máximo la altura del almacén, instalando pasarelas que facilitan el acceso a los niveles más elevados. Están formadas por escalas verticales, largueros y paneles o estantes apoyados sobre estos largueros.

1.2.11 Sistemas de Control de Inventarios

En esta sección se describe en qué consisten los sistemas de control de inventarios, así como sus principales tipos y características respectivas.

1.2.11.1 Definición

Para controlar un inventario existen diferentes métodos, puesto que cada empresa es diferente y cada una los adapta según sus necesidades o requerimientos.

“El inventario significa la suma de aquellos artículos tangibles de propiedad personal los cuales están disponibles para la venta en una operación ordinaria comercial y están en un proceso de producción para tales ventas. Así como estarán disponibles para el consumo corriente en la producción de bienes y servicios disponibles para la venta.”⁸

Los sistemas de control de inventarios son los métodos utilizados para fijar el costo de las mercancías de la empresa. Las empresas deben valorar sus mercancías, para así valorar sus inventarios, calcular el costo, determinar el nivel de utilidad y fijar la producción con su respectivo nivel de ventas.

1.2.11.2 Tipos

A continuación se presentan los tres tipos de sistemas de control de inventarios que existen, así como sus principales características.

PEPS (Primero en entrar – Primero en salir)

Es también conocido como FIFO (*First In – FirstOut*), por sus siglas en inglés. Está basado en la suposición de que la primera mercancía adquirida es la primera mercancía que se vende.

En otras palabras, cada venta se hace de las mercancías más antiguas en reserva; por tanto el inventario final contiene todas las mercancías más recientemente adquiridas.

⁸ <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/14/inventarios.htm>

En este método, la valuación del inventario refleja los costos recientes y es por tanto un valor real a la luz de las condiciones que pertenecen a la fecha del balance general.

UEPS (Último en entrar – Primero en salir)

Es también conocido como LIFO (*Last In – FirstOut*), por sus siglas en inglés. Es uno de los métodos más interesantes en la valuación del inventario. En el se muestra como flujo de costos puede ser más significativo que el flujo físico de las mercancías.

Promedio

Este se calcula dividiendo el total del costo de la mercancía disponible para la venta por el número de unidades disponibles para la venta. Este cálculo nos dará un costo por unidad de promedio ponderado, el cual aplica a las unidades en el inventario final.

El método consiste en hallar el costo promedio de cada uno de los artículos que hay en el inventario final cuando las unidades son idénticas en apariencia, pero no en el precio de adquisición, ya que se han comprado en distintas épocas y a diferentes precios.

Para fijar el valor del costo de la mercancía por este método, se toma su valor del inventario inicial y se le suman las compras del periodo. Después se divide por la cantidad de unidades del inventario inicial más las unidades compradas en el período.

1.2.11.3 Aplicaciones

Las funciones de control de inventarios pueden apreciarse desde dos puntos de vista: Control Operativo y Control Contable.

El Control Operativo aconseja mantener las existencias a un nivel apropiado, tanto en términos cuantitativos como cualitativos, de donde es lógico pensar que el control empieza a ejercerse con antelación a las operaciones mismas, debido a que si compra si ningún criterio, nunca se podrá controlar el nivel de los inventarios. A este control pre-operativo es que se conoce como Control Preventivo.

El Control Preventivo se refiere, a que se compra realmente lo que se necesita, evitando acumulación excesiva. La auditoria, el análisis de inventario y control contable, permiten conocer la eficiencia del control preventivo y señala puntos débiles que merecen una acción correctiva. No hay que olvidar que los registros y la técnica del control contable se utilizan como herramientas valiosas en el Control Preventivo.

1.2.12 Estudio de tiempos

En esta sección se detalla en qué consiste un estudio de tiempos, los elementos que lo conforman, el equipo requerido para llevarlo a cabo y los diferentes métodos y aplicaciones.

1.2.12.1 Definición

“El estudio de tiempos es una técnica empleada para determinar, con la mayor exactitud posible, y partiendo de un número de observaciones, el tiempo

para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.” (Fuente: <http://www.monografías.com/trabajos10/folle2.shtml>)

1.2.12.2 Elementos y preparación para el estudio de tiempos

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio. Estos son:

- Selección de la operación: qué operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general perseguido con el estudio de la medición.
- Selección del operador: al elegir al trabajador se deben considerar ciertos puntos o características particulares. Los principales son: habilidad, deseo de cooperación, temperamento y experiencia.
- Actitud frente al trabajador: deben tomarse en cuenta los siguientes factores:
 - El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
 - El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
 - No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
 - Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
 - El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

- Análisis y comprobación del método de trabajo: nunca se debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es un procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una “norma de método de trabajo” para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación (como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc.), los requisitos de calidad para dicha operación, y un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

1.2.12.3 Equipo requerido

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental para poder ser llevado a cabo. Este consiste en lo siguiente:

- Cronómetro / Tabla de Tiempos: generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. Respecto a la tabla de tiempos, esta consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.
- Hoja de Observaciones: contiene una serie de datos generales y otros un poco más específicos, que dependerán de las actividades y características que se deseen evaluar del proceso y de la información que se desee obtener de ellas

- Tabla Electrónica de Tiempos: es una hoja generalmente realizada en Microsoft Excel, en donde se insertan los tiempos observados y automáticamente son calculados los tiempos estándar, producción por hora, producción por turno, etc.

1.2.12.4 Métodos

Existen dos métodos para registrar los tiempos elementales durante un estudio, el Continuo y el de Vuelta a Cero, los cuales se describen a continuación.

Continuo

Al realizar mediciones por medio de éste método, se deja correr el cronometro mientras dura el estudio. Se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo, y al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronometro. Los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.

Vuelta a Cero

Con éste método, los tiempos se toman directamente al acabar cada elemento. Posteriormente, se hace volver el segundero a cero y se le pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente, sin que el mecanismo del reloj se detenga en ningún momento.

1.2.12.5 Aplicaciones

Para realizar un estudio de tiempos exitoso, se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina.

También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados y que los trabajadores sean remunerados adecuadamente según su rendimiento.

1.2.13 Estudio de distribución de planta

En esta sección se describe en qué consiste un Estudio de Distribución de Planta, así como sus principales características y aplicaciones.

1.2.13.1 Definición

“Es el proceso por medio del cual se determina la mejor ordenación o distribución de los factores que intervienen en un sistema productivo, capaz de cumplir objetivos adecuada y eficientemente.

La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente.

La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.”⁹

Los síntomas para recurrir a una distribución o redistribución de planta son los siguientes:

- Congestión y deficiente uso del espacio
- Acumulación de materiales en proceso
- Excesivas distancias a recorrer
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo
- Trabajadores calificados para operaciones poco complejas
- Ansiedad y malestar de mano de obra
- Accidentes o riesgos laborales
- Dificultad del control de las operaciones del personal

1.2.13.2 Características

Las características fundamentales con las que debe cumplir un estudio de distribución de planta para alcanzar sus objetivos son las siguientes:

- Minimizar los costes de manipulación de materiales
- Utilizar el espacio y MO eficientemente
- Eliminar los cuellos de botella
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes

⁹ Torres Méndez, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas.**

- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas
- Incorporar medidas de seguridad

1.2.13.3Aplicaciones

Existen cinco tipos de aplicaciones básicas del estudio de distribución de planta, cada una adecuada al proceso estudiado, sus características y las necesidades de la planta o empresa. Estas son:

- **Distribución por Producto:** llamada también distribución de Taller de Flujo. Es aquella donde se disponen el equipo o los procesos de trabajo de acuerdo con los pasos progresivos necesarios para la fabricación de un producto.

Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

- **Distribución por Proceso:** llamada también Distribución de Taller de Trabajo o Distribución por Función. En ella, se agrupa el equipo o las funciones similares. De acuerdo con la secuencia de operaciones establecida, las partes pasan de un área a otra, donde se ubican las máquinas adecuadas para cada operación.

- Distribución de Tecnología de Grupos o Celular (TG): esta distribución agrupa máquinas diferentes en centros de trabajo (o celdas), para trabajar sobre productos que tienen formas y necesidades de procesamiento similares.

- Distribución por Posición Fija: en éste caso, el producto, por cuestiones de tamaño o peso, permanece en un lugar, mientras que se mueve el equipo de manufactura a donde está el producto.

- Distribución Justo a Tiempo: esta puede ser de dos tipos:
 - Línea de Flujo: en ella se disponen en secuencia el equipo y las estaciones de trabajo.
 - Taller de Trabajo: en la distribución por proceso, el objetivo es simplificar el manejo de materiales y crear rutas normales que enlacen el sistema con movimiento frecuente de materiales.

1.2.14 Ergonomía

En esta sección se describe qué es la Ergonomía, los factores de riesgo que involucra y sus principales aplicaciones.

1.2.14.1 Definición

“La ergonomía es el estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo. Se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño.

El diseño ergonómico es la aplicación de estos conocimientos para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo.

El término ergonomía se deriva de las palabras griegas *ergos* (trabajo) y *nomos* (leyes naturales o conocimiento o estudio). Por lo tanto, literalmente se refiere al “estudio del trabajo”. Esta tiene dos grandes ramas:

- Una se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.
- La segunda, se refiere a los factores humanos, que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.”¹⁰

1.2.14.2 Factores de riesgo en el trabajo

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones. Estas características se denominan factores de riesgo en el trabajo e incluyen:

- Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral):
 - Postura: generalmente se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones. La postura puede ser el resultado de los métodos de trabajo o las dimensiones del puesto de trabajo.

¹⁰Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos.**

- Fuerza: las tareas que requieren fuerza pueden verse como el efecto de una extensión sobre los tejidos internos del cuerpo. Generalmente a mayor fuerza, mayor grado de riesgo.

Es importante notar que la relación entre la fuerza y el grado de riesgo de lesión se modifica por otros factores de riesgo, tales como postura, aceleración, velocidad, repetición y duración.

- Repeticiones: la repetición es la cuantificación del tiempo de una fuerza similar desempeñada durante una tarea. A mayor número de repeticiones, mayor grado de riesgo. Por lo tanto, la relación entre las repeticiones y el grado de lesión se modifica por otros factores como la fuerza, la postura, duración y el tiempo de recuperación.
- Velocidad / Aceleración: la velocidad angular es la rapidez de las partes del cuerpo en movimiento. El riesgo ocupacional medio y alto se relacionan con alteraciones de espalda baja.
- Duración: es la cuantificación del tiempo de exposición al factor de riesgo. La duración puede verse como los minutos u horas por día que el trabajador está expuesto al riesgo. La duración también se puede ver cómo los años de exposición de un trabajo al riesgo.
- Tiempo de recuperación: Es la cuantificación del tiempo de descanso, desempeñando una actividad de bajo estrés o de una actividad que lo haga otra parte del cuerpo descansada. Las pausas cortas de trabajo tienden a reducir la fatiga percibida y

periodos de descanso entre fuerzas que tienden a reducir el desempeño.

- Fuerza dinámica: cuando las demandas musculares de metabolitos no se satisfacen o cuando la necesidad de energía excede al consumo se produce ácido láctico, produciendo fatiga.

Si esto ocurre en una área del cuerpo, la fatiga se localiza y caracteriza por cansancio e inflamación. Si ocurre a nivel general del cuerpo, se produce fatiga en todo el cuerpo y puede producir un accidente cardiovascular.

- Vibración por segmentos: la vibración puede causar una insuficiencia vascular de la mano y dedos. Así mismo, puede interferir en los receptores sensoriales de retroalimentación para aumentar la fuerza de agarre con los dedos de las herramientas.
- Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral):
 - Estrés por el calor: es la carga corporal a la que el cuerpo debe adaptarse. Este es generado principalmente por la temperatura ambiental e internamente del metabolismo del cuerpo.
 - Estrés por el frío: es la exposición del cuerpo al frío. Los síntomas sistémicos que el trabajador puede presentar cuando se expone al frío incluyen estremecimiento, pérdida de la conciencia, dolor agudo, pupilas dilatadas y fibrilación ventricular. El frío puede

reducir la fuerza de agarre con los dedos y la pérdida de la coordinación.

- Vibración hacia el cuerpo: la exposición de todo el cuerpo a la vibración, normalmente a los pies, glúteos al manejar un vehículo da como resultado riesgos de trabajo.
- Iluminación: sin los niveles de iluminación adecuados, pueden presentarse ofrece riesgos como problemas de deslumbramiento y síntomas oculares asociados con niveles arriba de los 100 luxes.
- Ruido: el ruido es un sonido no deseado. En el ambiente industrial, este puede ser continuo. La exposición al ruido puede dar como consecuencia zumbido de oídos temporal o permanente, tinnitus, paraacusia o disminución de la percepción auditiva, hipoacusia o disminución de la audición.

1.2.14.3 Aplicaciones

“La ergonomía está comprendida dentro de varias profesiones y carreras académicas como la ingeniería, higiene industrial, terapia física, terapeutas ocupacionales, enfermeras, quiroprácticos, médicos del trabajo y en ocasiones con especialidades de ergonomía.”¹¹

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales

¹¹ www.monografias.com

- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores
- Aumento de la producción
- Mejoramiento de la calidad del trabajo
- Disminución del ausentismo
- Aplicación de las normas existentes
- Disminución de la pérdida de materia prima

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

- El trabajador: con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.
- El puesto de trabajo: que comprende las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles y otros objetos de trabajo.
- El ambiente de trabajo: que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

La interacción de estos aspectos determina la manera en la cual se desempeña una tarea y de sus demandas físicas. Cuando la demanda física de las tareas aumenta, el riesgo de lesión también; cuando la demanda física de una tarea excede las capacidades de un trabajador puede ocurrir una lesión.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO – PROFESIONAL

2.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Con la finalidad de determinar la situación actual de la empresa, tanto en términos generales como para cada una de las actividades de interés para el proyecto, se llevaron a cabo estudios preliminares de las actividades y procesos deseados, que permitieron determinar las herramientas ideales y la mejor manera de aplicarlas.

Uno de estos estudios consistió en llevar a cabo un análisis inicial de la situación actual de la empresa, en términos generales. La herramienta empleada para éste fin fue la del Análisis FODA, la cual permitió determinar la situación de la empresa tanto interna como externa desde el punto de vista positivo y negativo.

Para la obtención de la información requerida para el estudio se utilizaron dos diferentes fuentes. La primera fue la comunicación verbal con el personal de la empresa con el que se interactuó durante la realización del proyecto. Esta primera fuente de información es bastante fiable, ya que éstas personas son quienes llevan a cabo las actividades que realiza la empresa, y están conscientes de los potenciales y debilidades de la misma.

La segunda fuente de información, no menos importante, fueron documentos y datos históricos proporcionados por el personal encargado de cada área de interés.

A partir de ésta información, y destacando los factores más relevantes y representativos, se llevó a cabo la elaboración del FODA.

Tabla I. **Análisis FODA de situación actual de la empresa**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>F1. Ambiente de trabajo seguro y agradable. F2. Cultura de Calidad, Seguridad y Ambiente en los empleados. F3. Operarios capacitados en todas las áreas y para todas las tareas. F4. Capacidad y preparación para reacción en caso de siniestro y contingencias. F5. Certificaciones ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000.</p> <p>F6. Importación de productos vía terrestre y marítima. F7. Materia prima y productos diversificados y de calidad. F8. Capacidad y disponibilidad de recurso tanto humanos como económicos para implementar cambios.</p> <p>F9. Operarios cuentan con equipo necesario para realizar sus actividades de manera segura y práctica.</p> <p>F10. Capacidad de producción y disponibilidad de oferta suficiente para satisfacer la demanda.</p>	<p>D1. Falta de conciencia y desobediencia sobre algunas políticas y normas por parte de los operarios.</p> <p>D2. Roces entre empleados internos y externos. D3. Carencia de cultura de aprovechamiento de tiempo y compañerismo. D4. Desorganización en distribución de tareas y responsabilidades. D5. Personal externo desconoce normas y políticas internas. D6. Objetivos y metas de área administrativa y área operativa incoherentes. D7. Sistemas de almacenaje deficientes e incoherentes, con exigencias de tiempo y espacio.</p> <p>D8. Improvisación en varias tareas por parte de operarios y personal administrativo.</p> <p>D9. Procesos con falta de automatización.</p> <p>D10. Retrasos o equivocaciones con la entrega de pedidos. D11. Alta peligrosidad de la mayoría de productos con los que trabajan.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>O1. Mercado en busca de mejores ofertas. O2. Variedad de proveedores alrededor del mundo. O3. Beneficios arancelarios en Zona Libre de industria y Comercio, terminal de Santo Tomás de Castilla.</p> <p>O4. Demanda conciente de la calidad de productos y servicios de la empresa. O5. Clientes satisfechos pero exigentes, lo que promueve la mejora constante. O6. Variedad de proveedores de servicio de transporte y logística para despacho de productos.</p>	<p>A1. Competencia en el campo de distribución de químicos, incluyendo un competidor directo.</p> <p>A2. Mercado demasiado exigente.</p> <p>A3. Proveedores suministran productos de mala calidad. A4. Procesos tardados y riesgos legales en puertos y aduanas. A5. Camiones de reparto y pipas con horario restringido para circular. A6. Problemas y retrasos en importación de productos debido a procedimientos y requisitos en fronteras, trámites de documentos, condiciones climáticas, etc.</p>

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la Tabla II, se presenta la información obtenida en la Matriz FODA, en la cual se establecen las cuatro estrategias alternativas planteadas:

Tabla II. **Matriz FODA**

<p style="text-align: center;">FACTORES INTERNOS</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FACTORES EXTERNOS</p>	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <p>F1. Ambiente de trabajo seguro y agradable. F2. Cultura de Calidad, Seguridad y Ambiente en los empleados. F3. Operarios capacitados en todas las áreas y para todas las tareas. F4. Capacidad y preparación para reacción en caso de siniestro y contingencias. F5. Certificaciones ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000. F6. Importación de productos vía terrestre y marítima. F7. Materia prima y productos diversificados y de calidad. F8. Capacidad y disponibilidad de recurso tanto humanos como económicos para implementar cambios. F9. Operarios cuentan con equipo necesario para realizar sus actividades de manera segura y práctica. F10. Capacidad de producción y disponibilidad de oferta suficiente para satisfacer la demanda.</p>	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <p>D1. Falta de conciencia y desobediencia sobre algunas políticas y normas por parte de los operarios. D2. Roces entre empleados internos y externos. D3. Carencia de cultura de aprovechamiento de tiempo y compañerismo. D4. Desorganización en distribución de tareas y responsabilidades. D5. Personal externo desconoce normas y políticas internas. D6. Objetivos y metas de área administrativa y área operativa incoherentes. D7. Sistemas de almacenaje deficientes e incoherentes, con exigencias de tiempo y espacio. D8. Improvisación en varias tareas por parte de operarios y personal administrativo. D9. Procesos con falta de automatización. D10. Retrasos o equivocaciones con la entrega de pedidos. D11. Alta peligrosidad de la mayoría de productos con los que trabajan.</p>
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>O1. Mercado en busca de mejores ofertas. O2. Variedad de proveedores alrededor del mundo. O3. Beneficios arancelarios en Zona Libre de Industria y Comercio, terminal de Santo Tomas de Castilla.</p>	<p style="text-align: center;">FO (MAXI - MAXI)</p> <p>1. Reforzar constantemente las bases CASA con las que cuentan tanto empleados como proveedores de servicios que interactúen directa y/o indirectamente con los clientes, para conservar la imagen y el prestigio que el estar sujetos a éstos normativos conlleva, así como el valor agregado que les da a los productos y servicios proporcionados</p>	<p style="text-align: center;">DO (MINI - MAXI)</p> <p>1. Fomentar la comunicación constante y eficaz entre los diferentes departamentos de la empresa, principalmente entre aquellos cuyas actividades se encuentran estrechamente relacionadas. (D4, D6, D8, D10, O5)</p>

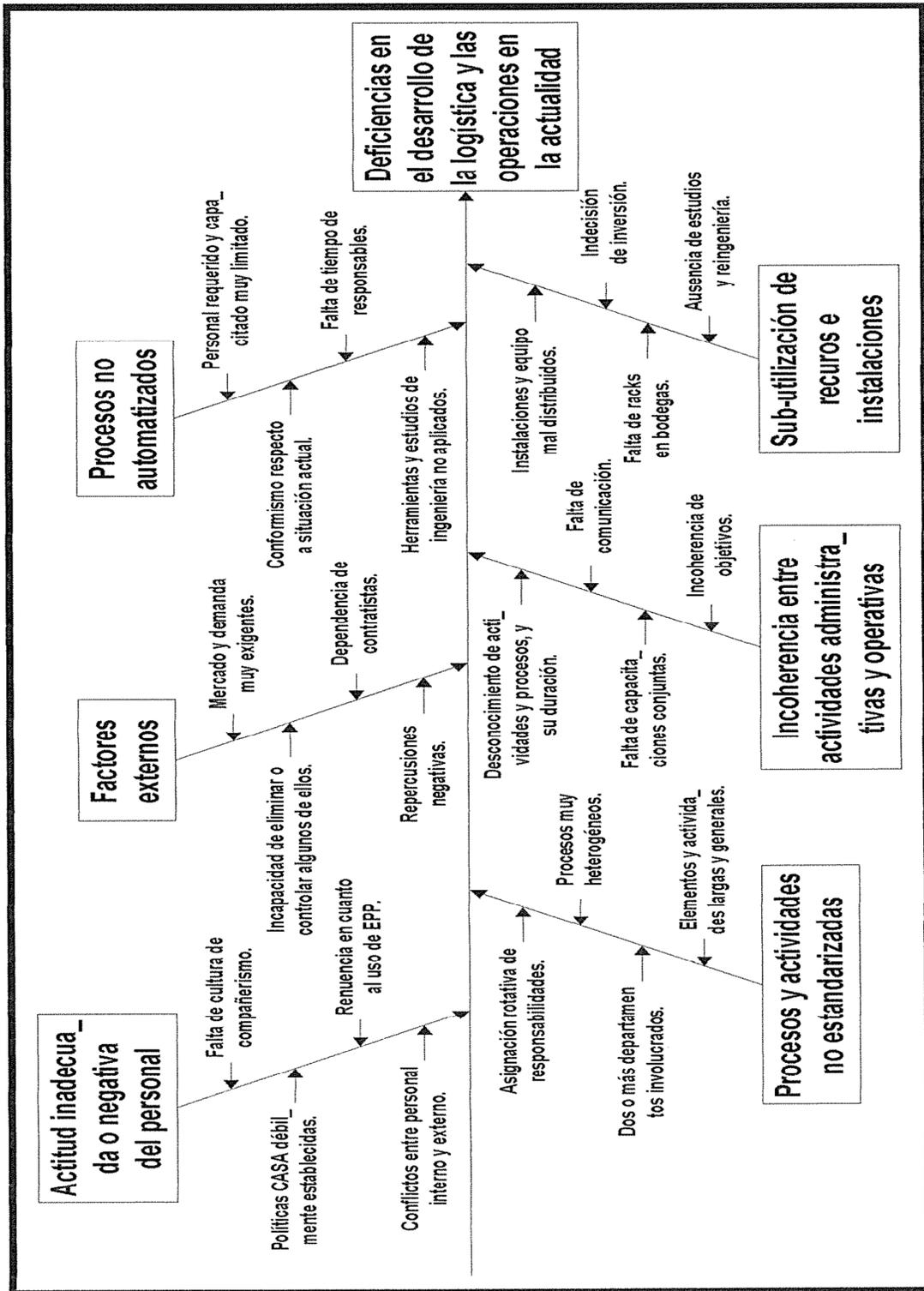
<p>O4. Demanda conciente de la calidad de productos y servicios de la empresa. O5. Clientes satisfechos pero exigentes, lo que promueve la mejora constante. O6. Variedad de proveedores de servicio de transporte y logística para despacho de productos a clientes.</p>	<p>servicios proporcionados. (F1, F2, F5, O2, O5)</p> <p>2. Explotar el hecho de contar con la disponibilidad de recursos tanto humanos como materiales, capacitados y aptos, para lograr optimizar los procesos y actividades productivas de la empresa, para así lograr ser más competitivos y cubrir con las expectativas y exigencias del mercado. (F3, F4, F8, F9, O1, O3, O4, O5)</p>	<p>2. Realizar regularmente actividades que fomenten la interacción sana y cordial entre los empleados de la empresa, el trabajo en equipo, el compañerismo, la convivencia y las relaciones interpersonales. (D1, D2, D3, D5, D6)</p> <p>3. Adecuación de normas y procesos, tanto administrativos como operativos, a actividades y potencialidades de la empresa. (D4, D6, D7, D8, D9, O1, O4, O5)</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>A1. Competencia en el campo de distribución de químicos, incluyendo un competidor directo</p> <p>A2. Mercado demasiado exigente.</p> <p>A3. Proveedores suministran productos de mala calidad.</p> <p>A4. Procesos tardados y riesgos legales en puertos y aduanas.</p> <p>A5. Camiones de reparto y pipas con horario restringido para circular.</p> <p>A6. Problemas y retrasos en importación de productos debido a procedimientos y requisitos en fronteras, trámites de documentos, condiciones climáticas, etc.</p>	<p>FA (MAXI - MINI)</p> <p>1. Tratar de mantener o incrementar el valor agregado de los productos y servicios que ofrece al mercado, por medio del fortalecimiento de las bases establecidas por los reglamentos y normativos (tanto internos como externos) de calidad, seguridad y ambiente. (F2, F5, F7, A1, A2)</p> <p>2. Emplear los recursos disponibles para optimizar los procesos, aumentar la productividad, perfeccionar la logística y generar ventajas competitivas (F3, F6, F8, F10, A1, A2, A4, A6)</p>	<p>DA (MINI - MINI)</p> <p>1. Capacitaciones y refuerzo constante de las políticas y normas CASA, así como la concientización de los empleados sobre la importancia de la comunicación, colaboración y trabajo en equipo. (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D10, A1, A2)</p> <p>2. Mayor control de procedimientos y características de las instalaciones, para que sean coherentes con las características de las actividades desarrolladas y los retos y metas propuestas. (D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, A1, A2, A3, A4, A5, A6)</p>

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, el análisis se centró un poco más en la parte operativa de la empresa, área en la cual se desarrollaría el proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones bajo las cuales los operarios desarrollan sus actividades actualmente.

Los resultados finales de este primer análisis general se analizaron y se procedió a realizar un diagrama de causa-efecto, en el cual se establecen las causas principales de las deficiencias y fallas en el desarrollo de las operaciones y la logística de la empresa. Este diagrama se muestra a continuación en la Figura 8:

Figura 8. Diagrama causa-efecto – deficiencias actuales



Fuente: elaboración propia

Esto proporcionará un panorama general que permitirá determinar los métodos y las herramientas óptimos a utilizar, optimizando a la vez el tiempo necesario para los estudios respectivos.

2.1.1 Descripción de actividades operativas

A continuación se describen, en términos generales, las distintas actividades operativas que se realizan en la empresa, cómo y por quiénes se llevan a cabo, y cuáles son sus principales finalidades.

2.1.1.1 Carga de pedidos

Este proceso consiste principalmente en la carga de productos, por medio del empleo de un montacargas, en cada uno de los seis camiones contratados por la empresa para distribuir los diferentes pedidos a los respectivos clientes.

En términos generales, la finalidad del proceso es cargar y distribuir los pedidos de manera óptima y eficiente, en cuanto a la capacidad de carga de los camiones, las rutas de reparto y demás factores referentes a la logística de distribución.

Adicional a dichos transportes, el proceso también incluye la carga de los pedidos de clientes particulares que personalmente se acercan a la empresa para que sus vehículos recojan sus productos. El procedimiento es prácticamente el mismo solo que a menor escala.

En cuanto al método para la carga de camiones y entrega de pedidos a los clientes, se utiliza el Sistema de Inventarios UEPS, por medio del cual los

camiones se cargan de manera que los productos que deben ser entregados al final sean cargados primero y por lo tanto queden ubicados hasta atrás, y los productos que se entregarán primero son cargados al final para que queden ubicados hasta adelante.

El proceso se lleva a cabo siguiendo un procedimiento, con pasos ordenados que involucran tanto al departamento de despachos, como a los transportistas y a los mismos operadores de montacargas (OM).

Los pasos a seguir, desde que el camión llega a la empresa, son los siguientes:

- El agente de seguridad ingresa el camión al área de carga por orden de la encargada del departamento de despachos;
- La encargada del departamento de despachos genera la orden de carga o ruta, la cual especifica los pedidos a cargar y la entrega al chofer del transporte, el cual establece el orden de carga por el método UEPS, de acuerdo al orden de entrega;

Figura 9. **Fotografías de ingreso de camiones para ser cargados**



Fuente: propia.

- El transportista entrega una copia de la orden de carga al OM, el cual la recibe y analiza para proceder a recopilar los pedidos;
- El OM inicia el proceso de carga del camión, de acuerdo al orden establecido por el transportista;
- El transportista anotar el número de lote de aquellos pedidos cuyos clientes exijan un certificado de calidad;

Figura 10. **Fotografías de carga de tambores en camión de reparto**



Fuente: propia.

- Al finalizar la carga del camión, el transportista se dirige al departamento de despachos y entrega la orden de carga a la encargada, con las respectivas anotaciones;
- El agente de seguridad revisa que la cantidad y tipo de productos cargados corresponda a la establecida en la orden de carga generada por el departamento de despachos;

Figura 11. **Fotografías de ubicación final de carga y revisión de la misma por agente de seguridad**

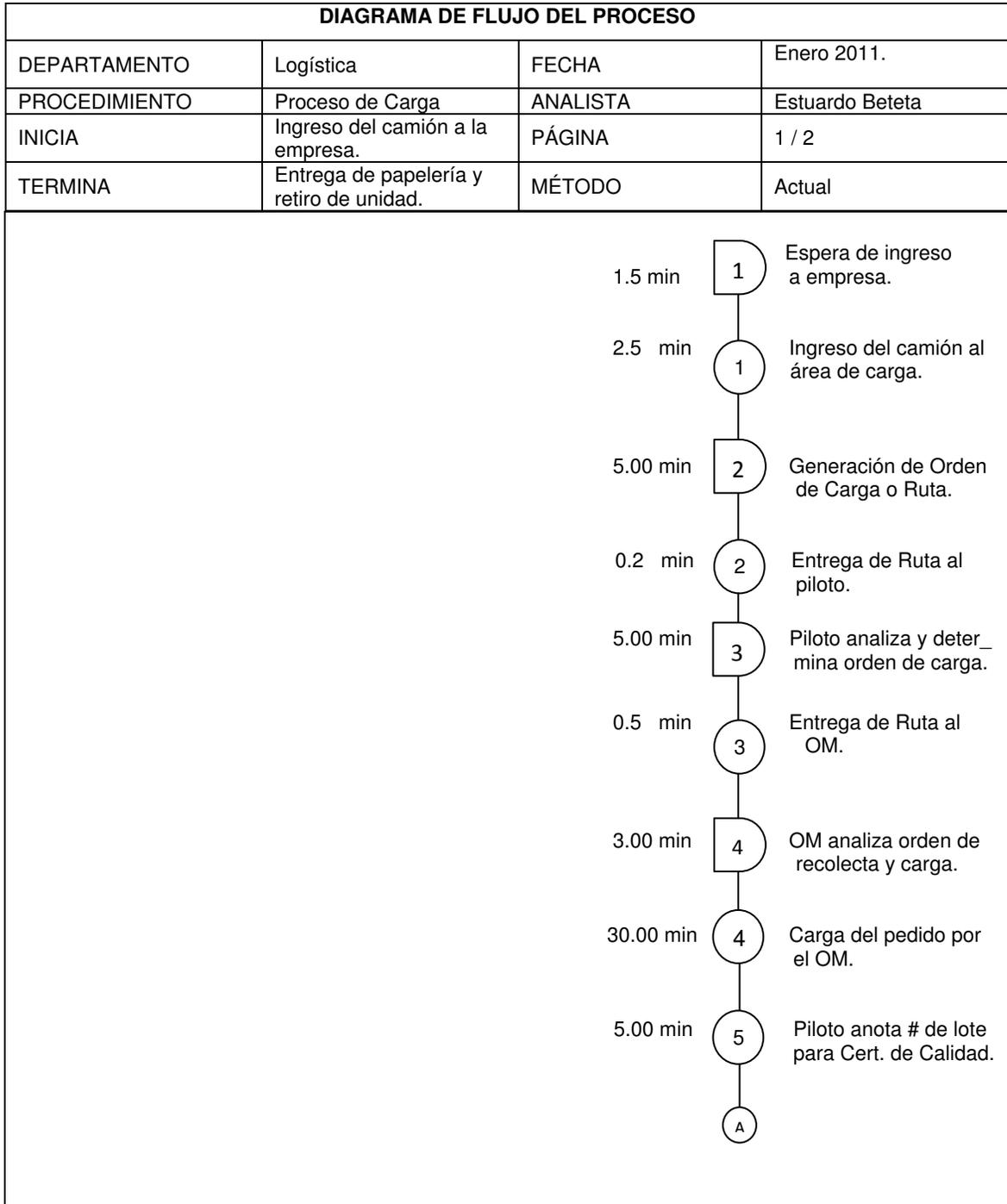


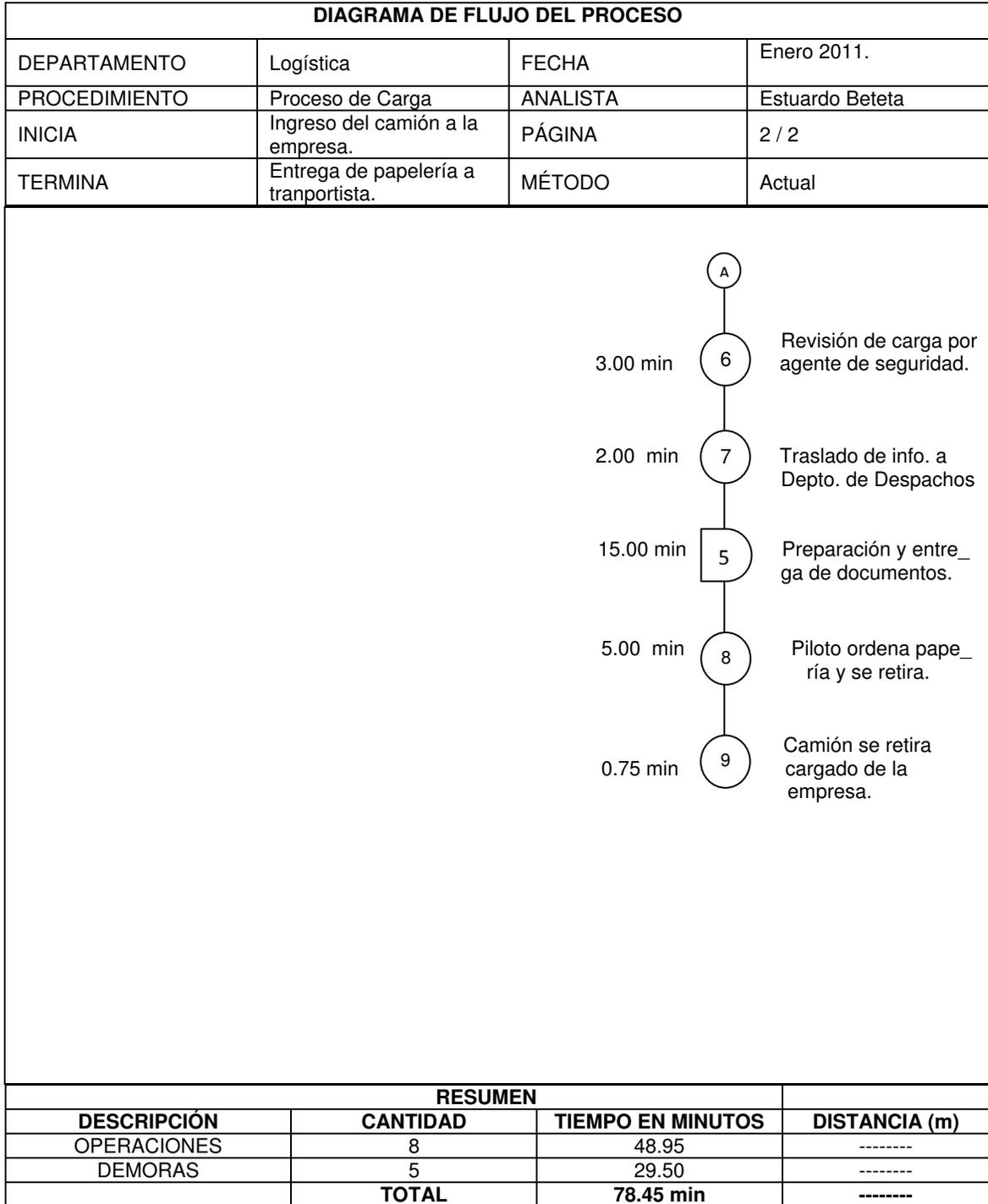
Fuente: propia.

- La encargada del departamento de despachos prepara, ordena y entrega un juego de papeles por cada cliente al transportista, incluyendo facturas, certificados (en caso de ser necesarios y requeridos por el cliente), etc.;
- El transportista ordena la papelería de acuerdo al orden de entrega de pedidos y se retira de la empresa.

A continuación, en la Figura 12, se presenta el diagrama de flujo respectivo de este proceso, tomando en cuenta las principales actividades y factores presentes:

Figura 12. Diagrama de Flujo – proceso de carga





Fuente: elaboración propia.

Situación actual que justifica la implementación del proyecto

Al ser éste uno de los tres procesos sobre los cuales se desarrollará el proyecto, se llevo a cabo un estudio de campo particular y más profundo de las distintas actividades que lo conforman, para así tener una idea clara del proceso completo para poder determinar la mejor manera de analizarlo y estudiarlo.

La división de las responsabilidades de carga y descarga se lleva a cabo por acuerdo mutuo entre ambos operadores de montacargas.

El acuerdo consiste en que durante un mes, el operador de montacargas 1 (OM1) se dedica a la carga de pedidos tanto de camiones de la empresa como de clientes particulares, mientras que el operador de montacargas 2 (OM2) se dedica a la descarga de contenedores con producto provenientes tanto de las otras terminales como de proveedores particulares. Al siguiente mes, las responsabilidades se invierten.

Dentro de otras actividades, el OM1 se encarga de la descarga de proveedores menores o recipientes vacíos que transportan los camiones de la empresa, mientras que el OM2 se encarga de apoyar a las demás áreas de la empresa (Ácidos, Solventes y Agrofeed) en el suministro de materias primas, tarimas y recipientes vacíos, retiro de producto terminado, etc.

Figura 13. **Fotografías de apoyo de OM2 a actividades paralelas**



Fuente: propia.

Las responsabilidades del proceso de carga corresponden en un 90% al OM1, y el 10% restante al OM2. Ambos operadores, cuando llevan a cabo el proceso, deben encargarse de las actividades de recepción de las rutas de reparto, análisis de carga del vehículo, recolección del pedido y carga del mismo en el vehículo. En este caso, la tarea de carga es repartida equitativamente.

Generalmente, el OM2 apoya la actividad de carga únicamente en el lapso de 8:00 a 10:00 horas, siendo éste el horario crítico del proceso. En ocasiones especiales, cuando el proceso está bastante cargado fuera del horario crítico y el OM1 no se da a basto, su apoyo es solicitado por parte de sus encargados.

El lapso de tiempo considerado como crítico, regularmente se extiende hasta las diez y media u once de la mañana, debido a que el OM1 no se da a basto. Durante este tiempo, el departamento de despachos se dedica casi exclusivamente a la elaboración de rutas y carga de pedidos en los camiones de la empresa, y solo se atiende a clientes particulares en casos especiales.

Así mismo, es común que el proceso de carga presente ciertas dificultades o inconvenientes debido a factores como falta de inventario, producto en proceso de elaboración o almacenaje, inconformidades con el producto, producto cargado equivocado, etc.

El proceso se entorpece aun más cuando el OM1 debe también descargar y almacenar producto de algún proveedor que ingresa en esa área o los recipientes vacíos que los camiones de la empresa recogen de los clientes.

En ocasiones, el OM1 deja algún camión en espera por la falta de uno o varios productos que incluya el pedido, debido a que no están listos para ser despachados (no se ha colocado en toneles, no se ha preparado la mezcla, etc.).

Esto afecta considerablemente debido al hecho de que los pedidos se cargan de acuerdo a un Sistema UEPS en los camiones, por lo que si algún producto que tenga que cargarse primero no está listo, no se puede proceder a cargar el resto del pedido, incurriendo en una gran pérdida de tiempo y aumento del tiempo de ocio del OM. Esto a su vez afecta los tiempos de entrega.

A veces, los clientes cancelan los pedidos que han realizado, aún cuando éstos ya han sido cargados al camión. Cuando esto sucede, el OM1 procede a descargar el pedido cancelado, representando éste un tiempo perdido o improductivo. Este tiempo se incrementa en la medida que el pedido cancelado haya sido uno de los primeros en cargar.

En otros casos, el OM1 calcula mal el espacio del camión a cargar, por lo cual también tiene que proceder a reacomodar los productos para que éstos quepan.

La variedad de productos que incluyen los pedidos también afecta en cierta medida el proceso de carga, causando que el recorrido total del OM1 para cargar un camión sea mucho más largo a veces por un solo tonel o unos cuantos sacos. Al ser los pedidos muy heterogéneos, el tiempo de carga se incrementa considerablemente, pudiéndose tomar como un tiempo improductivo debido al exceso de movimientos y traslados repetitivos.

Por otro lado, hay ocasiones en las cuales la carga de camiones en este lapso es bastante tranquila, incluso habiendo un tiempo de espera entre la carga de un camión y otro debido a que el departamento de despacho solo cuenta con los pedidos suficientes para generar las rutas de reparto. A pesar de que ésta situación se presenta, esto es muy esporádico, pudiéndose tomar con una ocurrencia del 6.67% (presentándose aproximadamente dos veces al mes).

El resto del día, el proceso se lleva a cabo con más calma, cargando únicamente los pedidos de los clientes particulares que se acercan a la empresa, o bien aquellos que transportarán los camiones de la empresa que regresan después de concluir su primer viaje.

Factores externos involucrados

Dentro del proceso de carga, también deben ser considerados ciertos factores que, aunque no intervienen directamente, lo afectan indirectamente de manera considerable. Tal es el caso del proceso de papeleo, el cual en la mayoría de los casos representa un tiempo muerto o improductivo que afecta indirectamente al proceso de carga.

Otro de los factores externos comprende a las actividades que lleva a cabo el personal de ventas, y la manera en que lo hacen, principalmente en cuanto a cómo y cuándo realizan los pedidos que solicitan sus clientes.

A continuación se detalla cada uno de estos factores y las principales razones por las cuales afectan al proceso de carga.

A) Actividades de personal de ventas

Este factor se refiere prácticamente a todas aquellas actividades que lleva a cabo el área de ventas de la empresa, con la finalidad de satisfacer las necesidades de sus clientes. Esto implica tanto a los vendedores que salen a ofrecer los productos directamente a los clientes, como al personal administrativo que trabaja en la empresa para llevar a cabo un proceso de venta exitoso.

Uno de los principales motivos por el cual ésta actividad afecta al proceso de carga es porque depende de muchos factores y personas. En ocasiones, los vendedores ingresan solicitudes de producto de clientes cuyo límite de crédito no es suficiente o han excedido su fecha de pago de un pedido anterior.

Por lo tanto, la solicitud es congelada y se queda estancada hasta que alguna de las dos variables se modifique para poder ser aceptada por el departamento de créditos.

Esto causa que el departamento de despachos cuente con la entrega de un pedido en específico que finalmente es retenido, lo cual altera las rutas de

carga y ocasiona que la encargada las reacomode tomando en cuenta solo los productos que sí serán entregados.

Otra de las actividades que dependen del personal de ventas, que repercute directamente en el proceso de carga, es la emisión de los pedidos. Generalmente, los vendedores llegan a la empresa en el lapso de ocho a nueve y media de la mañana.

A partir de esa hora, éstos salen para atender a sus clientes en sus respectivas empresas, regresando al final del día para elaborar los pedidos requeridos. Esto hace que aproximadamente a las cuatro y media de la tarde, el pedido pase al departamento de créditos para ser aprobado. Si es aprobado, se debe proceder a facturar para finalmente trasladarlo al departamento de despachos.

El departamento de despachos cierra actividades todos los días a las cinco de la tarde, y deja de recibir pedidos a las cuatro y media. Por lo anterior, casi el 100% de los pedidos realizados por la tarde, quedan como pendientes para ser recogidos por la encargada de despachos hasta el día siguiente. Esto causa que las rutas de reparto puedan ser estructuradas hasta ese día por la mañana, hora en la cual el proceso de carga ya ha iniciado.

Incluso en ocasiones, cuando el horario de carga de camiones ya ha iniciado, el departamento de despachos no cuenta con los pedidos suficientes para completar las rutas de reparto, ya sea porque los vendedores decidieron elaborar los del día anterior hasta ese día, o porque se encuentren estancados en el departamento de créditos.

En otros casos, los vendedores realizan pedidos urgentes en el lapso crítico del proceso de carga, lo cual también exige una reestructuración de las rutas de reparto.

Con esto, el proceso se retrasa considerablemente, ya que los camiones deben esperar a que el departamento de despachos tenga listas las rutas de reparto para poder ingresar a la empresa y poder ser cargados.

B) Proceso de papeleo

El proceso de papeleo podría ser considerado como un enlace entre el proceso de carga y el proceso de ventas. Es realizado por el departamento de despachos, y su objetivo es recolectar todos los documentos necesarios o requeridos por cada uno de los clientes que conforman las diferentes rutas u órdenes de carga.

Dentro de estos documentos se encuentran los certificados de calidad o de análisis, las facturas y las hojas de firmas.

Los certificados de calidad o de análisis son documentos que, ya sea emitido por la misma empresa o por los productores originales del producto, respaldan que las características y propiedades físicas y químicas establecidas para el producto son fiables. Estos se obtienen por medio de análisis de laboratorio específicos para cada producto, que permiten comprobar las características mencionadas anteriormente.

Las facturas se emiten por cada uno de los pedidos que incluye cada una de las rutas de carga, ya que cada pedido va dirigido a un cliente particular. Este número puede variar desde un solo pedido (cuando es demasiado grande

o los recipientes solicitados son de gran tamaño) hasta quince pedidos en una sola orden de carga (generalmente cuando éstos contienen uno o dos productos).

Las hojas de firmas son documentos especiales con firmas del personal de cada empresa (cliente) que puede realizar o recibir un pedido. Esto es requerido por términos legales cuando se venden productos controlados, los cuales incluyen todos aquellos productos que puedan ser utilizados para fabricar drogas o cualquier otra sustancia prohibida legalmente.

Por lo tanto, cuando deben ser despachados estos productos, el chofer del camión de reparto debe portar la hoja de firmas autorizadas para compararlas con aquellas hechas en la orden de entrega por la persona que recibe el producto.

De estos tres documentos principales del proceso de papeleo, el más crítico es el de los certificados de calidad. La principal razón es porque es un documento indispensable (cuando es requerido por el cliente) para poder despachar el pedido, ya que respalda las características deseadas del producto.

El proceso de papeleo puede ser considerado como un sub-proceso del proceso de carga. Éste se inicia a partir que la carga del camión es terminada. Así mismo, el proceso de carga no finaliza hasta que el proceso de papeleo concluye.

Por lo tanto, mientras más tiempo demore la recopilación de la documentación respectiva para cada uno de los clientes de las órdenes de carga, mayor será el tiempo total de proceso de carga (aumentando en la misma proporción).

2.1.1.2 Recepción y descarga de producto

Este proceso consiste básicamente en la recepción y descarga de producto tanto que ingresa a la empresa en contenedores o plataformas. El desarrollo de estas actividades corresponde al OM2, interviniendo también el agente de seguridad, quien es el que recibe e ingresa el vehículo en la empresa y le da egreso.

El procedimiento para llevar a cabo el proceso es bastante sencillo e involucra a un mínimo de personal. Los pasos a seguir son:

- El agente de seguridad recibe e ingresa el camión al área de descarga por orden de la encargada del departamento de recepción y despachos;
- El chofer del transporte se dirige al departamento de despachos y entrega la papelería correspondiente del pedido que transporta;

Figura 14. **Fotografías de ingreso de furgón a área de descarga**



Fuente: propia.

- El OM2 recibe la orden e inicia la descarga del contenedor o plataforma, tomando en cuenta el producto a descargar y su presentación;

Figura 15. **Fotografías de proceso de descarga de contenedor**



Fuente: propia.

- El producto es almacenado en su respectiva bodega por el OM2;

Figura 16. **Fotografías de almacenaje de productos descargados**

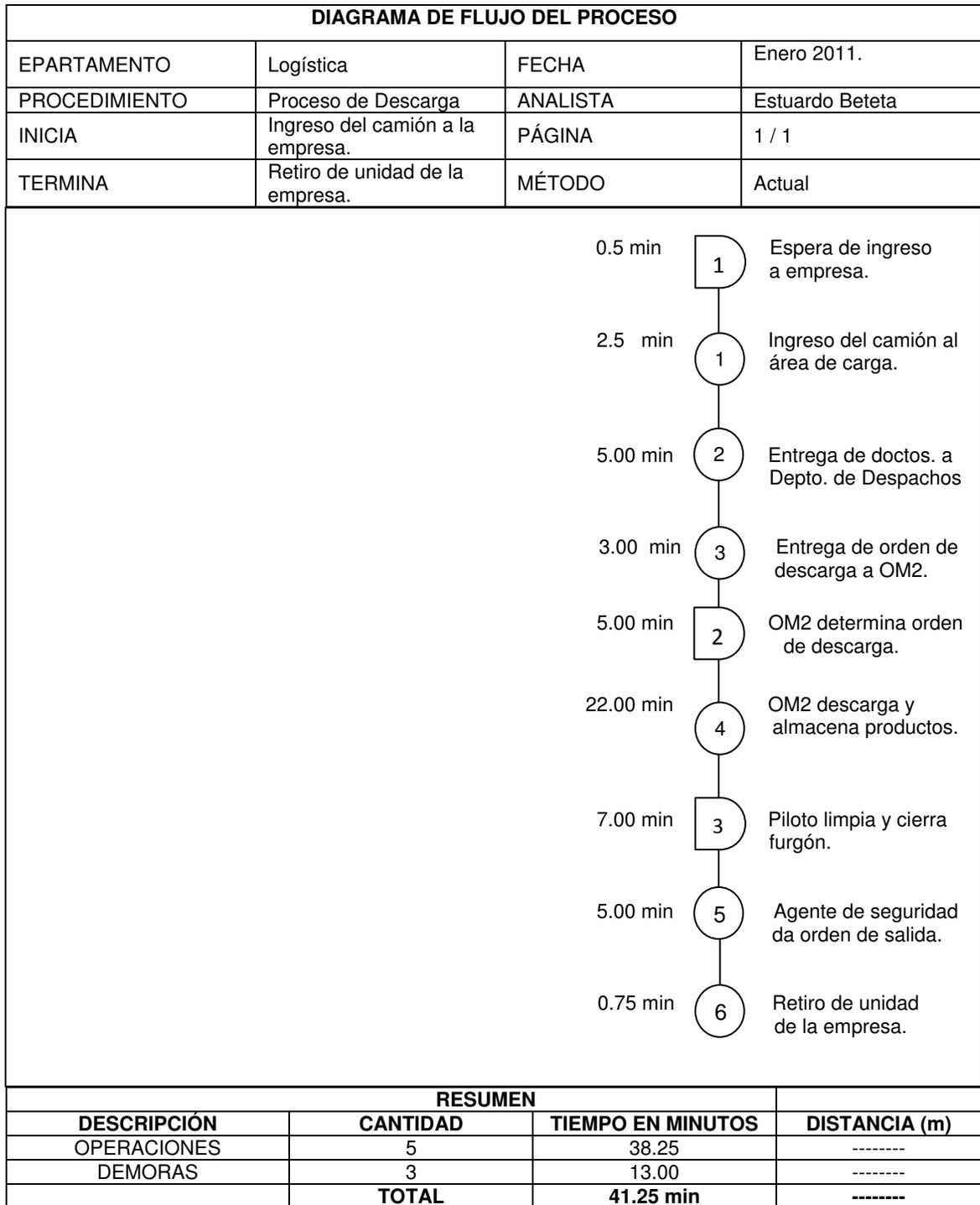


Fuente: propia.

- El OM2 finaliza la descarga del contenedor o plataforma e informa al agente de seguridad;
- El agente de seguridad informa al chofer del transporte que el proceso de descarga ha finalizado, para que éste retire el vehículo de la empresa.

A continuación se presenta el diagrama de flujo respectivo de este proceso, tomando en cuenta las principales actividades y factores presentes:

Figura 17. Diagrama de flujo – proceso de descarga



Fuente: elaboración propia.

Como todo proceso, el de descarga posee ciertas deficiencias que dependen de factores tanto internos como externos a la empresa. Dentro de los factores internos, se encuentra la falta de comunicación entre el área operativa y el área administrativa. Este punto principalmente cuando se adquieren nuevos productos, sobre los cuales el personal operativo no tiene ningún conocimiento.

Esto retrasa el proceso de descarga considerablemente, debido a que el OM2 debe avocarse con el jefe de operaciones para que este le indique el tipo de producto del que se trata, sus características principales, la forma que debe ser manipulado y el área donde debe ser almacenado. Así mismo, antes de almacenar el producto, el OM2 debe esperar a que éste sea etiquetado para proceder a almacenarlo.

Otro de los inconvenientes internos se presenta cuando el OM2 se encuentra cumpliendo con sus demás responsabilidades (atendiendo a las otras áreas de la empresa, apoyando al OM1 en el proceso de carga, etc.) en el momento en que una plataforma o contenedor ingresa a la empresa para ser descargado.

En estos casos, el tiempo de descarga se incrementa considerablemente, lo cual puede llegar incluso a afectar a actividades paralelas (como el ingreso de pipas al área de solventes, las cuales necesitan maniobrar en el área donde se estacionan los vehículos a descargar).

Uno de los principales factores externos que afectan el proceso de carga es la manera en que los proveedores envían empacado el producto. Este inconveniente afecta mayormente cuando el producto a descargar son sacos sueltos, los cuales deben primero ser entarimados dentro del contenedor para poder ser descargados por el OM2. Esto también ocurre en caso que el

producto a descargar sean tambores individuales, los cuales también deben ser entarimados en el contenedor antes de ser descargados y almacenados.

Figura 18. **Fotografías de carga a piso para entarimar antes de ser descargada**



Fuente: propia.

Otra de las situaciones externas que afecta el proceso de descarga es que los furgones vienen cargados con producto en tarimas con características que no permiten ser descargadas correctamente. En ciertos casos, las tarimas no permiten ser levantadas y trasladadas a la puerta del furgón debido a su diseño (el cual no permite el ingreso del *pallet*). En otros casos, las tarimas se encuentran demasiado ajustadas en el furgón, lo que impide que el operario las extraiga con el pallet.

Figura 19. **Fotografías de movimiento de tarimas ajustadas dentro de contenedor**



Fuente: propia.

En ambos casos se trata de remolcar cada tarima con el montacargas por medio de una cadena y, en casos de no ser posible por el largo de la cadena, la capacidad del montacargas o por motivos de tiempo, el furgón es enviado a otro lugar para ser descargado.

2.1.1.3 Almacenaje

Las instalaciones de la empresa en la terminal de Petapa cuentan con tres grandes áreas designadas para el almacenaje de los productos que manejan. Estas a su vez, se subdividen en ocho áreas menores, cada una con su clasificación propia y con productos específicos a almacenar. Las áreas y sub-áreas son las siguientes:

- Bodega Industrial # 1 (BI1):
 - Bodega de Hidrosulfito de Sodio
 - Bodega de Productos Alimenticios
 - Bodega de Cuarentena (Bod. 60)
 - Bodega de Productos Agrofeed

- Bodega Industrial # 2 (BI2):
 - Bodega de Soda Cáustica Líquida
 - Bodega de Ácido Fosfórico
 - Bodega de Especialidades (variedad de productos en sacos)

- Bodega de Inflamables (BI):
 - Bodega de Solventes Inflamables

En la empresa, el proceso de almacenaje se lleva a cabo diariamente y a toda hora. Es realizado exclusivamente por los operadores de montacargas, específicamente por el OM2, quien es el encargado de atender a todas las áreas y procesos paralelos que involucran el almacenaje de productos en las bodegas de la empresa.

La principal actividad relacionada con el proceso de almacenaje es la de descarga de contenedores, plataformas y cualquier otro transporte que ingresa a la empresa para entregar producto, ya sea materias primas o productos terminados. Estos vehículos son descargados por el OM2, quien retira las tarimas de producto una a una y procede a almacenarlas en la bodega respectiva.

Es tarea también del OM2, como ya se mencionó anteriormente, el apoyo a las áreas paralelas de la empresa. Dentro de estas obligaciones, el OM2 debe retirar el producto colocado en su respectivo envase (tambores, tanquetas o totes, garrafas, etc.) y en tarimas por los operadores que laboran en cada una de ellas.

Dependiendo del área a la que se encuentre apoyando, éste debe almacenar los productos retirados en las bodegas correspondientes, de acuerdo a sus características y niveles de peligrosidad.

Del área de corrosivos, el OM2 retira y almacena toda clase de ácidos, los cuales en un 90% ingresan como productos terminados y solo el 10% restante como materias primas. De éstos, la gran mayoría son almacenados en garrafas, tanto de 25 como de 50 kg, y un pequeño porcentaje es almacenado en tambores.

Del área de inflamables, este retira y almacena toda clase de solventes, de los cuales muchos ingresan como productos terminados y se almacenan directamente en tambores o tanquetas, y muchos otros ingresan como materias primas, los cuales por lo general son almacenados únicamente en tanquetas.

Del área de Agrofeed, el OM2 retira y almacena formulaciones que en su gran mayoría son productos terminados almacenados en tambores y un pequeño porcentaje será empleado como materia prima para próximas formulaciones.

Cada una de las bodegas está designada para el almacenaje de un grupo de productos con características en común. Así mismo, cada una de las sub-bodegas almacena un tipo de producto en específico. Esto es debido a que los productos manejados y almacenados son productos químicos con diversas características que restringen el almacenaje de algunos de ellos con otros.

La ubicación de las bodegas y sub-bodegas en la empresa también se determinó de acuerdo a los productos almacenados en ellas, tomando en

cuenta sus características de peligrosidad, flamabilidad, volatilidad, etc., así como la necesidad de cercanía a un área abierta.

En cuanto al método de almacenaje, los productos en las distintas bodegas de la empresa son almacenados de acuerdo al Sistema de Inventarios PEPS, en el cual los lotes más viejos son los primeros que deben ser despachados, por lo que se colocan de tal manera que sean los primeros en ser vistos y alcanzados por el montacargas.

Figura 20. **Fotografías del Sistema de Inventarios PEPS en bodegas**



Fuente: propia.

Actualmente, solo cuatro de las ocho bodegas de almacenaje cuentan con un sistema de *racks* instalado, cada uno de ellos adecuado a los requerimientos tanto del producto como del espacio disponible. La B11 cuenta con un sistema de *racks* en dos de sus cuatro sub-bodegas, la de Productos Alimenticios y la de Cuarentena, ambas con *racks* del tipo “selectivo”.

Figura 21. **Fotografía de vista exterior Bodega Industrial # 1**



Fuente: Propia.

Figura 22. **Fotografías de sub-bodegas de Bodega Industrial # 1**



Fuente: propia.

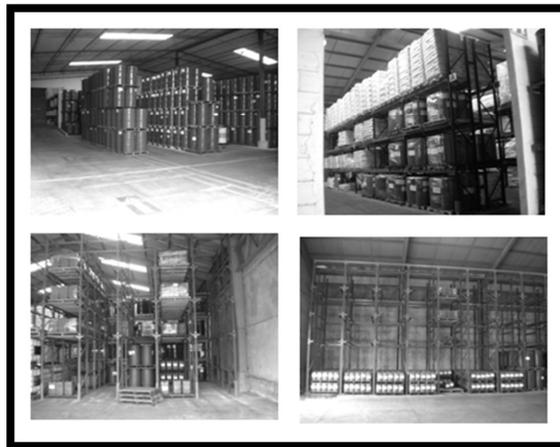
La BI2 también cuenta con dos de sus tres sub-bodegas rackeadas, la de Ácido Fosfórico y la de Especialidades. La primera cuenta con un sistema de *racks* del tipo “*drive-in*”, debido a las exigencias de espacio de esa área, mientras que la segunda posee un sistema del tipo “selectivo”.

Figura 23. **Fotografía de vista exterior de Bodega Industrial # 2 y Bodega de Inflamables**



Fuente: propia.

Figura 24. **Fotografías de Bodega de Inflamables y sub-bodegas de Bodega Industrial # 2**



Fuente: propia.

Situación actual que justifica la implementación del proyecto

En la actualidad, la empresa cuenta con un sistema de almacenaje basado en una característica general de todos los productos que maneja,

siendo ésta la caducidad de los mismos, por lo cual son almacenados bajo la premisa de despachar primero los lotes más antiguos. Además, las respectivas bodegas para cada uno de los productos están ubicadas en lugares particulares, que permitan almacenarlos de manera segura y práctica.

El 62.5% de las bodegas (5 de 8) cuenta con un sistema de *racks* implementado, con características particulares dependiendo de las exigencias y limitaciones principalmente en cuanto al espacio disponible para su instalación. Las bodegas con este sistema implementado son las de Productos Alimenticios, Cuarentena, Ácido Fosfórico y de Especialidades.

Figura 25. **Fotografías de bodegas que actualmente cuentan con sistema de *racks* instalado**



Fuente: propia.

Las bodegas que no cuentan con un sistema de *racks* implementado son las de Hidrosulfito de Sodio, Productos Agrofeed y la de Solventes.

Figura 26. **Fotografías de bodegas que actualmente no cuentan con un sistema de *racks* instalado**



Fuente: propia.

Las razones por las cuales las demás bodegas no cuentan con un sistema de *racks* instalado son diversas y particulares para cada área. En el área de la BI1, la sub-bodega de Hidrosulfito de Sodio no se encuentra rackeada por motivos de espacio. El área es demasiado estrecha y está dedicada exclusivamente al almacenaje de ese producto, el cual ingresa con un mismo lote, por lo que tampoco es indispensable un sistema de *racks*.

Por otro lado, la sub-bodega de Productos Agrofeed tampoco cuenta con un sistema de *racks* instalado, esto debido principalmente a la falta de tiempo disponible por parte del jefe de operaciones para realizar los estudios y cotizaciones correspondientes para su implementación.

En este caso, el producto se almacena en piso, haciendo estibas de no más de dos tarimas (sean sacos, tambores, garrafas, etc.). Debido a esto se desaprovecha casi por completo el espacio vertical de la bodega, utilizando prácticamente solo el espacio cuadrado del piso, lo cual significa un desperdicio considerable del espacio o área útil.

Figura 27. **Fotografías de Bodega de Productos Agrofeed**



Fuente: propia.

Finalmente, en la BI, la sub-bodega de Solventes Inflamables tampoco se encuentra rackeada actualmente, esto debido principalmente a las características del producto y la forma de almacenaje. El producto se coloca en tarimas de cuatro unidades, una sobre otra, en estibas de cinco. Esto hace bastante estable la disposición final, por lo que la instalación de un sistema de *rack* no es indispensable.

En cuanto a los temas de calidad y seguridad, la falta de *racks* en esta área afecta considerablemente, porque puede ser motivo de algún accidente (caída de objetos en el piso ocasionando derrames o sobre alguna persona, inestabilidad de la disposición final del producto, etc.) o del deterioro prematuro del producto y/o recipientes (vencimiento y deterioro de recipientes de plástico debido a peso de tarima superior, deterioro de recipiente o derrame de producto por maniobra de montacargas a nivel del producto, etc.).

Una de las principales repercusiones de la falta de *racks* en ciertas áreas es el efecto causado en el sistema PEPS para el almacenaje y despacho de productos. Este se ve afectado notablemente debido a la falta de estructuras que permitan colocar los productos de tal manera que el primer lote en ingresar a la bodega sea el primero en ser despachado.

Sistemas de rotación inventarios

El sistema de almacenaje actual sigue un sistema de inventarios específico que va de acuerdo con la característica de caducidad de los productos que se manejan. Para ello se emplea el sistema PEPS, el cual permite a la empresa despachar primero los lotes más antiguos y así evitar que los productos caduquen. El objetivo de éste sistema es rotar inventarios constantemente, evitando el almacenaje y despacho desordenados.

Este sistema está directamente relacionado con el proceso de ventas, el cual pretende entregar a los clientes producto de buena calidad y bajo condiciones que permitan su uso en el futuro.

Dicho proceso a su vez está estrechamente relacionado con el proceso de carga, por medio del cual los pedidos son cargados en los camiones repartidores para su posterior despacho a los clientes.

El proceso de carga se relaciona con el de almacenaje en cuanto al orden de carga de los camiones, el cual sigue un sistema UEPS. Este permite cargar las rutas de reparto de manera que el último pedido cargado será el primero en ser entregado.

A continuación se presentan los dos métodos empleados tanto para el proceso de almacenaje como para el de carga, así como la manera en que estos están relacionados.

A) PEPS

Como se mencionó anteriormente, este sistema de inventarios es el que rige la operación de almacenaje. Por medio de él, se logra tener una rotación de inventarios óptima, ya que permite a la empresa deshacerse de los productos más antiguos antes que de los más recientes.

Esto a su vez favorece el orden en las bodegas, ya que el OM2 almacena los productos de acuerdo a su número de lote, lo que a su vez permite agilizar el proceso de carga de camiones, ya que el OM1 sabe exactamente en qué orden se encuentran colocados los productos y en qué parte de la bodega están ubicados.

Este es uno de los principales factores que se ve afectado por la falta de *racks* en las bodegas de Soda Cáustica Líquida y de Productos Agrofeed, ya que los productos son almacenados en filas de 8 tarimas aproximadamente, de acuerdo con su orden de ingreso a la bodega.

Esto causa que los productos con lotes más antiguos queden ubicados hasta el final de la fila, por lo que el OM1 debe realizar una gran cantidad de movimientos innecesarios para lograr despachar dichos lotes, debiendo retirar las tarimas de productos más recientes antes de poder alcanzar las deseadas. La Figura 28 ejemplifica los inconvenientes mencionados.

Figura 28. Fotografías sobre situación actual de proceso de almacenaje en Bodega de Productos Agrofeed



Fuente: propia.

Todo esto a su vez repercute en el proceso de carga, principalmente en cuanto a los tiempos, ya que el OM1 emplea gran parte del tiempo no solo en ubicar el producto a deseado, sino en lograr extraerlo de la bodega debido a su lugar en la fila.

B) UEPS

Este sistema no es empleado en sí como un sistema de rotación de inventarios para el proceso de almacenaje, sino más bien como sistema de orden de carga de las rutas de reparto.

El sistema permite la carga de los camiones repartidores de manera que el último pedido cargado sea el primero de la ruta que será despachado. Este orden de carga es determinado por los transportistas, que son quienes trasladan el producto de la empresa hacia los clientes. Ellos deciden el orden de acuerdo al orden de entrega que planean tener, dependiendo de la hora en que

cada uno de los clientes los atiende, la ubicación de cada uno de los puntos de entrega, la disponibilidad de espacio dentro del camión, etc.

De acuerdo a esto, el orden de carga de los pedidos en los camiones es inverso al orden de entrega de la ruta, establecido por los transportistas. Estos entregan al OM1 la ruta numerada de 1 a n (siendo n el número de pedidos a entregar).

Este entonces, procede a cargar el camión en orden inverso, comenzando a cargar el pedido numerado con el número mayor y terminando con el pedido número 1.

2.1.1.4 Descarga de cisternas

En general, el proceso de descarga de pipas o cisternas es simple, y se lleva a cabo únicamente en dos áreas de la empresa, el área de corrosivos y el área de solventes. En la primera, se descargan y manejan únicamente ácidos, productos corrosivos; en la segunda, se trabaja con solventes, productos inflamables. Las cisternas que ingresan a la empresa provienen en su mayoría de otras terminales de la empresa, tanto de Guatemala como de los países aledaños, aunque en ocasiones ingresan algunas que vienen directas de algún proveedor.

Al área de corrosivos ingresan aproximadamente cuatro cisternas por semana para ser descargadas, mientras que al área de solventes ingresan entre diez y quince. La razón principal de esta diferencia es que los ácidos ingresan directamente como producto terminado a bodegas, listos para ser despachados, utilizando únicamente un porcentaje mínimo para ciertas formulaciones.

Por el contrario, un porcentaje considerable de los solventes que ingresan a la empresa son utilizados como materia prima para la formulación de mezclas tanto de esa área como la de Agrofeed.

Área de solventes

El proceso de descarga para el área de solventes es relativamente simple, pero debe ser realizado con un apego total a las normas de seguridad establecidas por la empresa y los reglamentos a los que está sujeta. Esto principalmente debido a que los productos que se manipulan en esa área son altamente inflamables, por lo que el personal que labora en ella está fuertemente capacitado en los temas respectivos.

Los principales cuidados que se tienen para esta área, cuando se está llevando a cabo la operación de descarga, es el uso de equipo de protección personal especial, aparte del de uso general, como traje antiestático, equipo eléctrico a prueba de explosiones (incluyendo los PLC y el montacargas), conexiones a tierra, etc.

Para esta área, el proceso sigue una serie de pasos ordenados, cada uno de ellos obligatorio y necesario para pasar al siguiente, principalmente en cuanto al tema de seguridad. Es llevado a cabo por dos o tres operarios (O1 y O2), cada uno con sus respectivas responsabilidades. Los pasos a seguir son los siguientes:

- El agente de seguridad recibe y da ingreso a la cisterna;
- El O1 guía al chofer de la cisterna para que éste ingrese a la empresa y coloque el vehículo en posición para ser descargado;
- El chofer parquea la cisterna y se retira del área de trabajo;

- El O1 coloca cuñas en las llantas de la cisterna y conos reflectivos alrededores del área por motivos de seguridad;

Figura 29. **Fotografías de ingreso, ubicación y colocación de conos y cuñas de cisterna en área de solventes**



Fuente: propia.

- El O2 se coloca el arnés de seguridad y procede a subir a la cisterna para abrir los *manholes*;
- El O2 conecta la pipa a tierra y espera diez minutos para que ésta se estabilice;
- El O1 conecta las mangueras a la cisterna y a su respectiva tubería, y dependiendo si el producto será bajado a tambores o a tanque, se toman las siguientes opciones:
 - Descarga de producto a tambores:
 - El O1 acerca los tambores vacíos a la estación de llenado e
 - inicia el proceso de descarga de la cisterna;
 - El O1 llena los tambores uno por uno, permitiendo el paso del producto por medio de una válvula y contabilizando el mismo por medio de un cuenta-galones;
 - El O2 recibe los tambores llenos y les coloca el sello y el marchamo;

- El O2 rueda el tambor listo de la carrilera hacia su respectiva tarima;
(El proceso se repite hasta que la cisterna se descarga por completo.)

Figura 30. **Fotografías de proceso de entamborado y entarimado de solventes**



Fuente: propia.

- Descarga de producto a tanque:
 - El O2 verifica que las conexiones estén correctas y enciende la bomba para iniciar con la descarga de la cisterna;
 - El O1 apaga la bomba cuando el producto termina de descargarse;
 - El O2 verifica el cuenta galones y anota el total de producto almacenado;

Figura 31. **Fotografías de proceso de descarga de solventes de cisterna a tanques de almacenaje.**

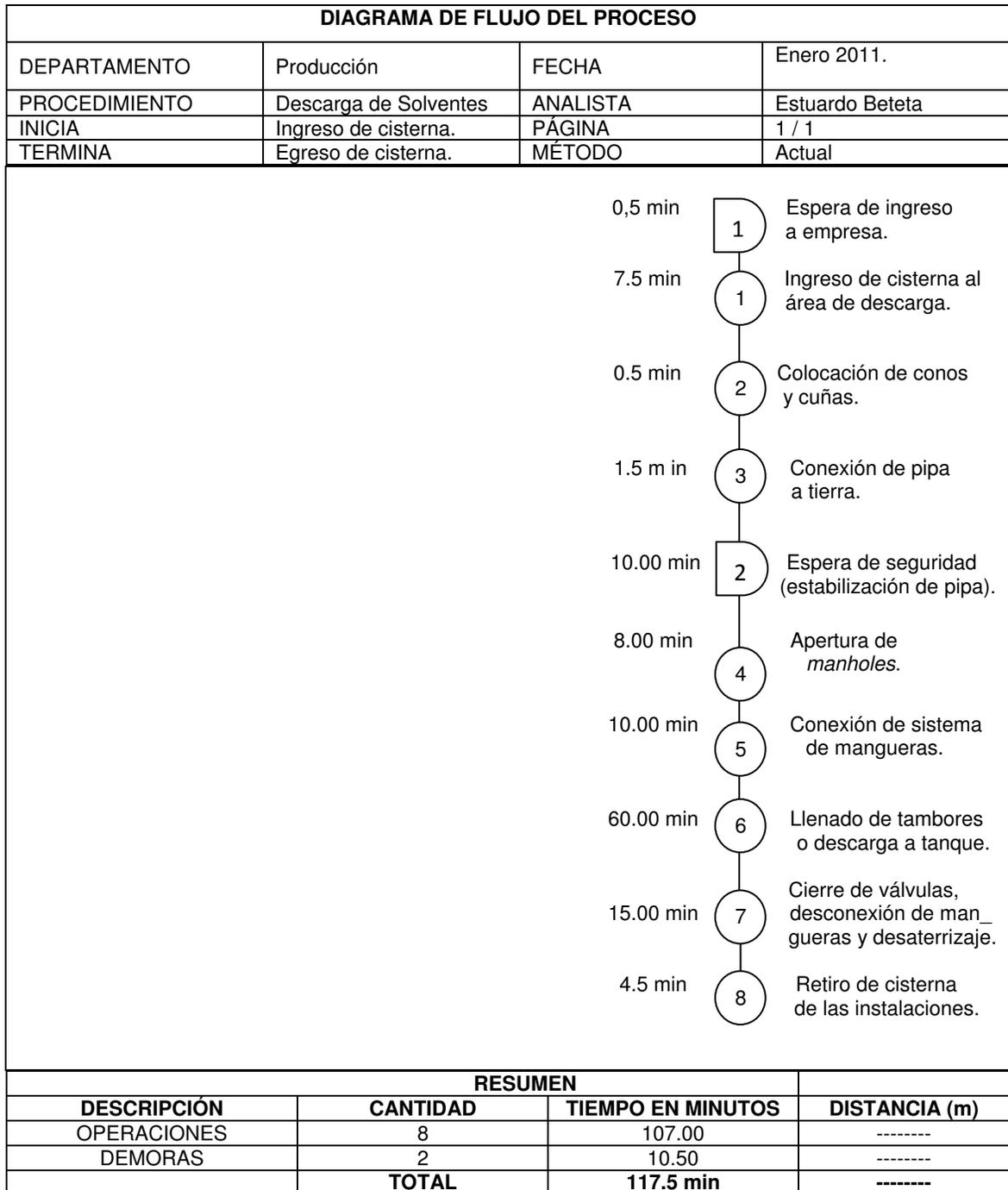


Fuente: propia.

- El O1 cierra las válvulas y desconecta las mangueras, colocándolas en su lugar de almacenaje;
- El O2 desaterriza la cisterna y avisa al agente de seguridad que el proceso se ha completado;
- El agente de seguridad informa al chofer que puede retirar la cisterna;
- El O1 guía al chofer en su salida de la empresa;
- El agente de seguridad cierra el portón de ingreso.

A continuación se presenta el diagrama de flujo respectivo de este proceso, tomando en cuenta las principales actividades y factores presentes:

Figura 32. Diagrama de flujo – descarga de solventes



Fuente: elaboración propia.

Situación actual que justifica la implementación del proyecto

Actualmente, el proceso de entamborado se lleva a cabo de una manera inadecuada, realizando la gran mayoría de actividades manualmente, llevando a cabo de manera semiautomática únicamente el proceso de llenado de recipientes.

Como se describió al inicio, este proceso es bastante sencillo y está conformado por una serie de actividades básicas que requieren la intervención de una cantidad mínima de operarios (actualmente son tres) para ser realizadas. De estas actividades, las principales son las de trasiego de producto de cisternas a los tanques de almacenaje y viceversa, llenado de recipientes (tambores y tanquetas) con producto tanto de tanques como de cisternas y elaboración de mezclas.

En cuanto a la actividad de trasiego de producto de cisternas a tanques y viceversa, esta es una de las pocas que se lleva a cabo de manera semiautomática, requiriendo un involucramiento moderado de parte de la mano de obra.

Para llevarla a cabo, los operarios deben iniciar por aterrizar la pipa para evitar cualquier accidente debido a la estática. Posteriormente, llevan a cabo la conexión adecuada de las tuberías requeridas para el trasiego y finalmente encienden la bomba de vacío que se encarga del resto del trabajo.

La actividad de llenado de recipientes es una de las que más involucramiento de mano de obra conlleva. Para realizarla, inicialmente los operarios deben colocar los recipientes a llenar (que generalmente son tambores metálicos) en su posición respectiva, así como las tarimas en donde

será ubicado el producto terminado. Posteriormente, preparan el equipo de llenado, asegurándose que esté conectado en la configuración deseada para la actividad a realizar.

A continuación, uno de los operarios (OS1) se encarga de cargar y colocar en posición el recipiente frente a la máquina llenadora, para posteriormente iniciar un proceso periódico de llenado. Esta etapa de la actividad es la única que se realiza semiautomáticamente, con la intervención de la máquina llenadora, la cual realiza el llenado de los recipientes con instrucciones que el operador le da por medio de un dispositivo PLC conectado a la misma.

Finalmente, el segundo operario (OS2) recibe los recipientes llenos, y les coloca su respectivo marchamo y sello, para posteriormente rodarlos hacia su posición final en la tarima.

La actividad de elaboración de mezclas emplea una combinación de mano de obra, actividades semiautomáticas y la intervención del OM2. Para llevarla a cabo, el OM2 debe abastecer a los operarios de tanquetas con productos que serán utilizados para la formulación, las cuales no pueden ser cargadas manualmente. Posteriormente, el OS2 coloca el sistema de tuberías en la configuración deseada, y da la indicación al OS1 de iniciar el proceso.

Este se encarga de colocar la lanceta en las diferentes tanquetas y tambores, cuando es requerido, para que la cantidad deseada de cada producto llegue al recipiente donde se está elaborando la mezcla. Finalmente, los operarios desconectan el sistema de tuberías mientras que el OM2 se encarga de retirar los recipientes vacíos.

Área de corrosivos

El proceso de descarga se realiza con un apego total a las normas y reglamentos de seguridad. Esto debido a que se manejan productos ácidos altamente corrosivos, los cuales pueden llegar a ser muy peligrosos para las personas que los manipulan.

Los principales cuidados que se tienen cuando se lleva a cabo la operación es el uso de equipo de protección personal tanto para la piel expuesta (traje y gabacha de PVC, guantes y botas de hule) como para el sistema respiratorio y los ojos (mascarilla “*full-face*” con filtros y visor transparente).

En esta área, el proceso es llevado a cabo por dos operarios (O1 y O2), cada uno con sus respectivas responsabilidades, siguiendo los siguientes pasos:

- El agente de seguridad recibe y da ingreso a la cisterna;
- El O1 guía al chofer de la cisterna para que éste ingrese a la empresa y coloque el vehículo en posición para ser descargado;
- El chofer parquea la cisterna y se retira del área de trabajo;
- El O1 coloca cuñas en las llantas de la cisterna;

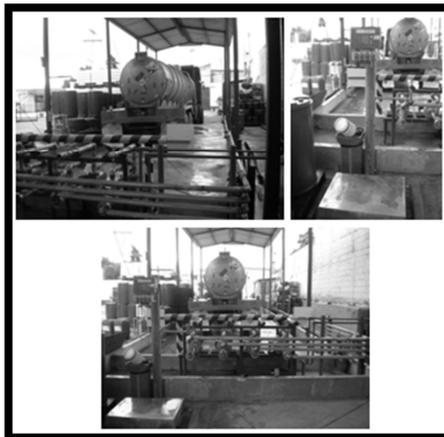
Figura 33. **Fotografías de ingreso y preparación de cisterna de corrosivos para ser descargada**



Fuente: propia.

- El O2 se coloca el arnés de seguridad y procede a subir a la cisterna para abrir los *manholes*;
- El O1 conecta las mangueras a la cisterna y a su respectiva tubería, dependiendo del producto a descargar;
- El O2 ubica la lanceta en la posición de llenado, posiciona la garrafa o tambor sobre la báscula y coloca ésta en cero;
- El O1 inicia el llenado de las garrafas o tambores y cierra la válvula cuando la cantidad de producto exacta termina de descargarse;

Figura 34. **Fotografías de proceso de descarga de corrosivos**



Fuente: propia.

- El O2 se encarga de recibir los recipientes llenos, taparlos y marchamarlos, y colocarlos sobre su respectiva tarima; (Los pasos 7, 8 y 9 repiten hasta que la cisterna se descarga por completo.)

Figura 35. **Fotografías de proceso de envasado de corrosivos**

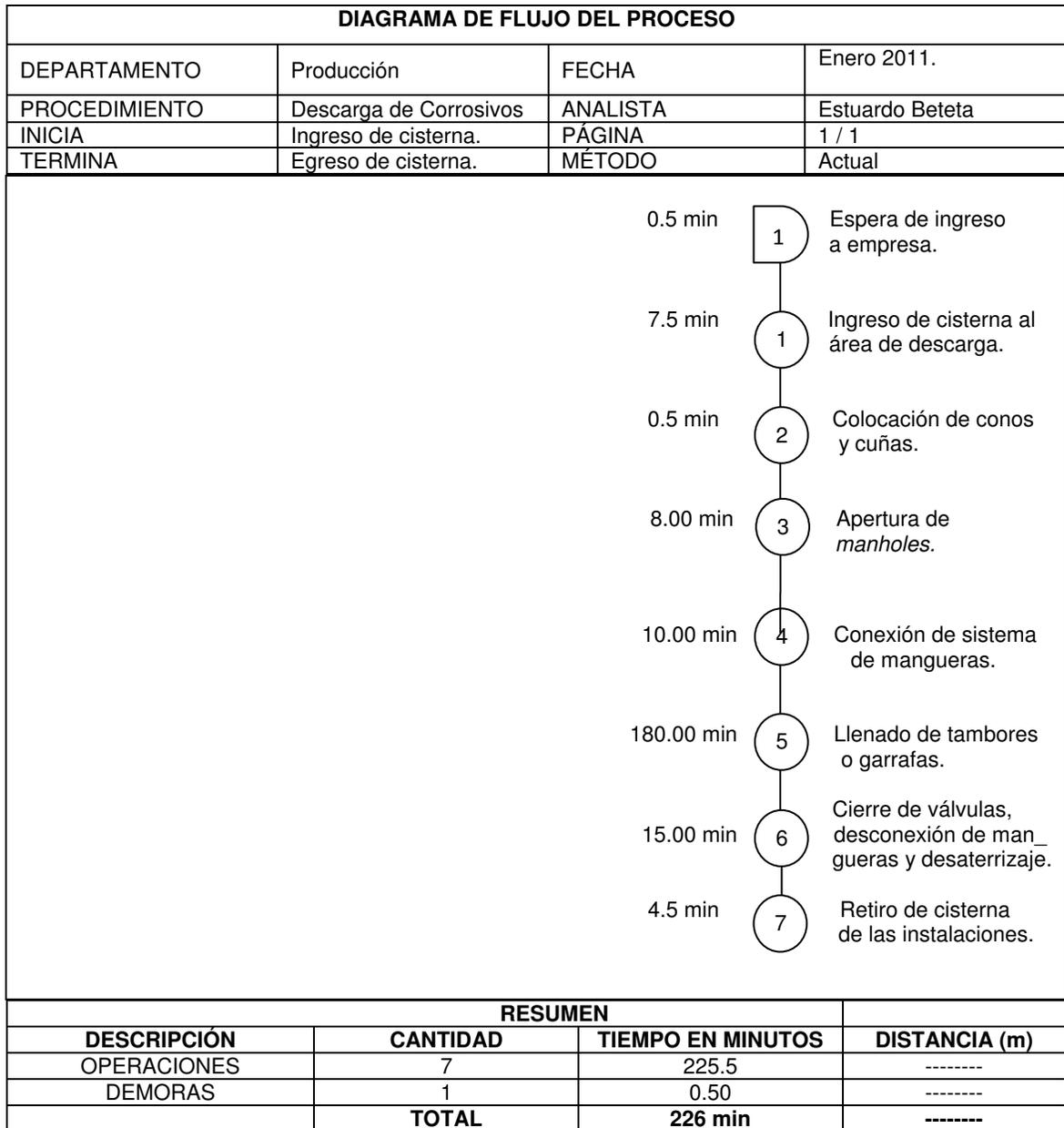


Fuente: propia.

- El O1 cierra las válvulas y desconecta las mangueras, colocándolas en su lugar de almacenaje;
- El agente de seguridad informa al chofer que puede retirar la cisterna;
- El O2 guía al chofer en su salida de la empresa;
- El agente de seguridad cierra el portón de ingreso.

A continuación se presenta el diagrama de flujo respectivo de este proceso, tomando en cuenta las principales actividades y factores presentes:

Figura 36. Diagrama de flujo – descarga de corrosivos



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.5 Producción de fertilizantes

En la empresa, no se lleva a cabo la producción de ninguno de los productos que se venden, a excepción de los fertilizantes. Este proceso es el único que puede ser considerado como la producción de un producto final a partir de la combinación de varias materias primas, con la intervención de maquinaria que permite su terminación adecuada.

La producción de fertilizantes se hace generalmente bajo pedido de cada uno de los clientes y para cada uno de los productos que cultivan. Cada una de las fórmulas tiene un nombre particular, el cual identifica para qué producto están designadas y en ocasiones, para el cliente que se producen.

Las materias primas empleadas para la elaboración de los fertilizantes van desde algunos de los ácidos que vende la empresa, hasta productos específicos adquiridos para éste fin (fertilizantes industriales). Estas materias primas también incluyen ciertas formulaciones elaboradas con anterioridad en la empresa, que son utilizadas también como productos finales.

El proceso de elaboración de fertilizantes, así como los procesos anteriores, también sigue una serie de pasos ordenados, los cuales el encargado de la realización del proceso debe cumplir para obtener los productos finales deseados bajo las medidas de seguridad y calidad establecidas.

Estos pasos son los mismos para todas las formulaciones, con la variación de las materias primas a emplear. El proceso se desarrolla como se detalla a continuación:

- El jefe de operaciones traslada la Orden de Producción de Agrofeed (OPA) al operario encargado del proceso de producción de fertilizantes;
- El operario traslada la OPA al OM2 para que éste le abastezca de las materias primas necesarias para la formulación;
- El OM2 lleva las cantidades de MP requeridas por el operario hacia la Planta Agrofeed;

Figura 37. **Fotografías de suministro de MP por OM2 para formulaciones Agrofeed**



Fuente: propia.

- El operario revisa si el reactor está limpio e inicia el llenado del reactor con la cantidad de litros de agua requeridos para la formulación;
- El operario determina si la formulación a realizar es fría o caliente. En caso de ser fría, procede a encender la caldera, la cual provee de vapor caliente al reactor. En caso de ser caliente, el operario enciende la torre de enfriamiento, la cual hace circular agua en las paredes del reactor, lo cual evita reacciones bruscas en el proceso;
- El operario se coloca el EPP requerido para realizar las formulaciones;
- El operario se asegura que el equipo de emergencia funcione adecuadamente;
- El operario conecta y revisa el equipo requerido para la formulación (mangueras, bomba, reactor, etc.);

- El operario procede con la elaboración de la formulación, agregando las MP indicadas en la OPA, en las cantidades requeridas y en el orden adecuado;

Figura 38. **Fotografías de proceso de formulación de productos Agrofeed**



Fuente: propia.

- Durante el proceso, el operario anota cada uno de los productos agregados a la formulación, así como sus cantidades reales;
- Al finalizar la formulación, el operario deja que ésta se mezcle por aproximadamente treinta minutos en el reactor;

Figura 39. **Fotografías de mezclado final de formulación en reactores**



Fuente: propia.

- El operario toma una muestra de aproximadamente medio litro de la formulación;
- El operario se dirige hacia el laboratorio para realizar un análisis de dicha muestra, obteniendo sus características de PH, densidad y

conductividad, y determinando si éstos cumplen con los datos teóricos estipulados;

(Si los datos reales se encuentran entre los rangos teóricos, el operario continúa con el proceso; si no, éste añade cierta cantidad de algunas materias primas que permitan a la formulación alcanzar los valores deseados.)

- Finalmente, el operario traslada la OPA al jefe de operaciones, con los resultados reales obtenidos, para que éste los ingrese al sistema y autorice la formulación.

Figura 40. **Fotografías de envasado de formulaciones Agrofeed**



Fuente: propia.

A continuación se presenta el diagrama de flujo respectivo de este proceso, tomando en cuenta las principales actividades y factores presentes:

Figura 41. Diagrama de flujo – producción de fertilizantes

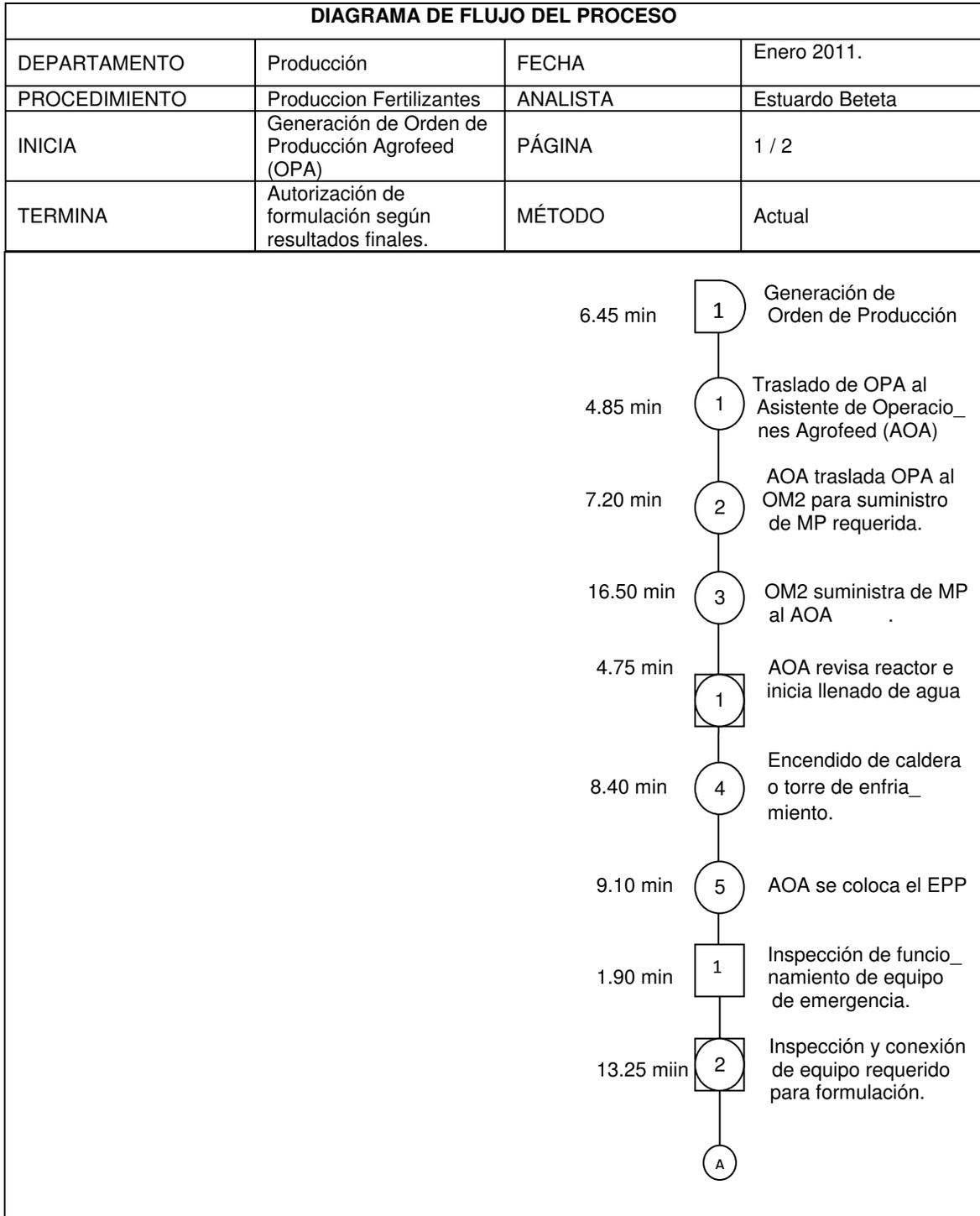
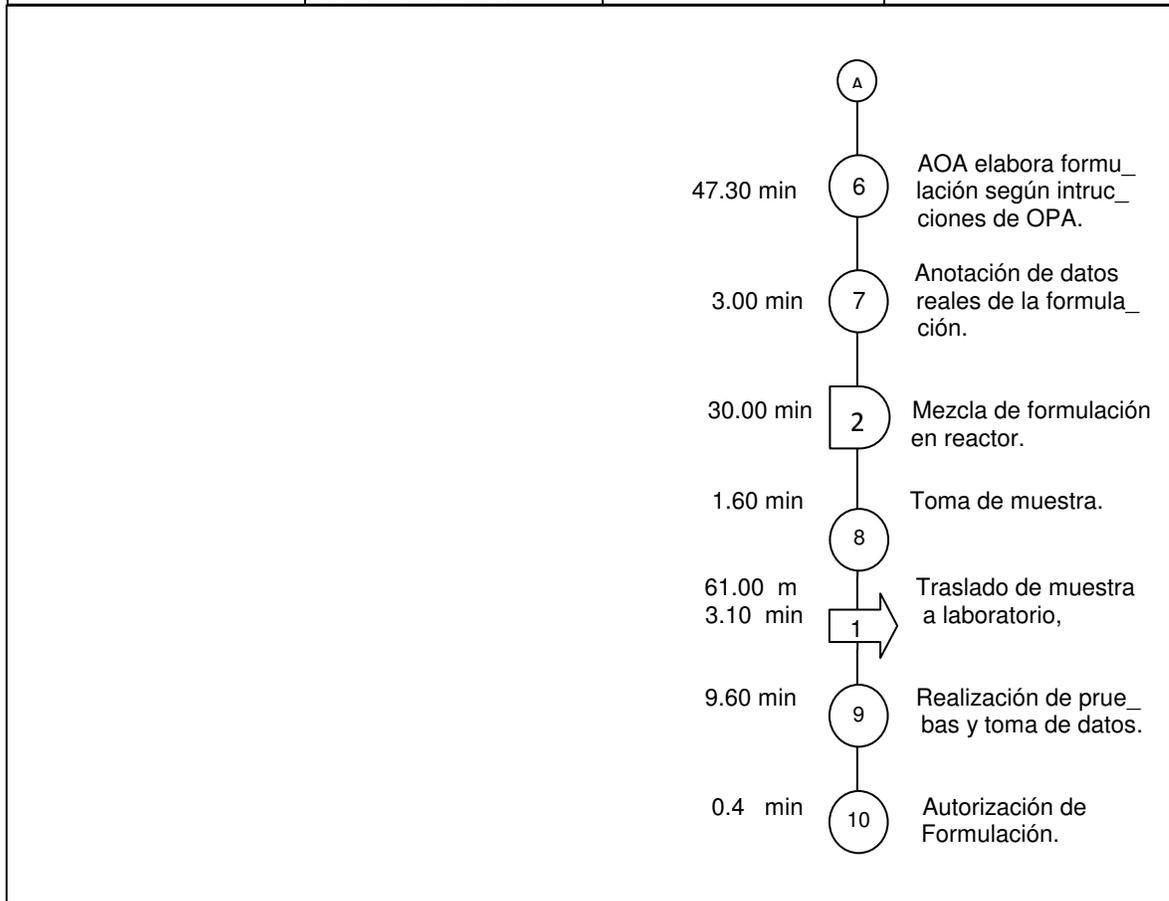


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
DEPARTAMENTO	Producción	FECHA	Enero 2011.
PROCEDIMIENTO	Producción Fertilizantes	ANALISTA	Estuardo Beteta
INICIA	Generación de Orden de Producción Agrofeed (OPA)	PÁGINA	2 / 2
TERMINA	Autorización de formulación según resultados finales.	MÉTODO	Actual



RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA (m)
OPERACIONES	10	107.85	
INSPECCIONES	1	1.90	-----
TRANSPORTES	1	3.10	61.00
DEMORAS	2	36.45	-----
OP. COMBINADAS	2	18.00	-----
TOTAL		167.30 min	61.00 m

Fuente: elaboración propia.

Esta área de la empresa, a pesar de no ser la más crítica en cuanto a seguridad, exige el empleo de EPP específico para la elaboración de las fórmulas. Esto debido a que algunas de las materias primas son ácidos o productos nocivos para la salud.

Dentro de este EPP se encuentra el empleo de cinturón (para evitar lesiones en el área lumbar por el levantamiento y transporte de sacos y el movimiento de tambores llenos de producto), gabacha de PVC, guantes y mascarilla “*full-face*”. Además, la operación en esta área exige un equipo de emergencias como el de la mayoría, el cual incluye una ducha y un dispositivos “lava-ojos”.

2.1.1.6 Abastecimiento y retiro de producto de áreas paralelas

Como se mencionó en términos generales anteriormente, la realización de estas actividades corresponden netamente al OM2. Aparte de su responsabilidad de la descarga y almacenaje de producto, y el apoyo al OM1 en el proceso de carga en las horas pico, este tiene como tarea apoyar a las distintas áreas de la planta.

Estas necesidades van desde la necesidad del suministro de tarimas o materias primas, hasta el retiro de producto terminado. A continuación se describe más a detalle en qué consiste cada una de esas tareas en cada una de las áreas.

Área de solventes

Para esta área, el apoyo del OM2 consiste en el abastecimiento de tarimas desde su área de almacenaje, para que los operarios puedan colocar los tambores llenos de producto. Así mismo, éste se encarga de retirar las tarimas listas con producto terminado y de almacenarlas en su respectiva bodega.

Figura 42. **Fotografía de apoyo de OM2 a Área de Solventes**



Fuente: propia.

Otra de las tareas que se realiza con menor frecuencia es la del traslado de las tanquetas o totes hacia el área, las cuales son empleadas como materias primas por los operarios para realizar mezclas con productos de los tanques de almacenaje o de las mismas cisternas para obtener el producto final deseado. Después de su uso, éste debe retirarlas y almacenarlas en su respectiva bodega.

Área de corrosivos

En esta área, el trabajo del OM2 es prácticamente el mismo que en el área de solventes, a excepción del abastecimiento y retiro de totes para mezclas. Éste se encarga del abastecimiento de tarimas para que los operarios coloquen las garrapas llenas de producto. Así mismo, se encarga del retiro de las tarimas listas con producto terminado y de su almacenaje en su respectiva bodega.

Figura 43. **Fotografía de apoyo de OM2 a área de Corrosivos**



Fuente: propia.

Como tarea adicional, el OM2 se encarga de limpiar las garrapas con producto terminado antes de almacenarlas. Esta actividad consiste en lavarlas con una manguera para limpiar los restos de ácido que hayan quedado fuera del recipiente. Posteriormente, éste procede a flejar (emplasticar) la tarima, para así evitar que el producto se empolve y/o ensucie.

Área de Agrofeed

El apoyo a esta área es un poco diferente. Una de las tareas principales del OM2 consiste en el suministro de las materias primas requeridas para cada una de las formulaciones realizadas por el operario encargado del área.

Además, éste se encarga del suministro de tambores vacíos, en los cuales el operario coloca la formulación para poder ser almacenada como producto terminado.

Figura 44. **Fotografía de apoyo de OM2 a área de Agrofeed**



Fuente: propia.

Como tarea complementaria, el OM2 se encarga del suministro de tarimas para que el operario coloque los tambores llenos de producto, y posteriormente se encarga de almacenarlos en su bodega respectiva.

2.1.2 Normas y reglamentos vigentes

Actualmente, la empresa rige sus actividades de acuerdo los requisitos establecidos en los normativos tanto internos como externos a los cuales se

encuentra apegada. A continuación se presentan los 4 reglamentos y normativos predominantes, su enfoque, y sus características y requisitos particulares.

2.1.2.1 Guías Corporativas CASA

Para asegurar que todos sus procesos se realicen responsablemente, la Dirección de Brenntag Latinoamérica ha establecido una política CASA basada en estándares internacionales.

Política CASA

“Las empresas de Brenntag Latino América realizarán sus actividades en forma eficiente, limpia y segura. Cumplirán las normativas locales y mantendrán estrictos niveles de seguridad en sus procesos, comprometiéndose a alcanzar los siguientes objetivos:

- Entregar un servicio de calidad a sus clientes, cumpliendo los contratos a su plena satisfacción.
- Contar con procesos seguros para las personas, a lo largo de toda la cadena de abastecimiento.
- Respetar al medio ambiente, optimizando el uso de recursos naturales, previniendo la contaminación y minimizando los impactos ambientales indeseados.
- Asegurar una conducta responsable compartida por empleados, clientes, contratistas, proveedores y la comunidad.
- Mantener un sistema de mejoramiento de procesos que asegure la excelencia operacional a través de toda la organización.

Para cumplir con estos objetivos, BRENNTAG América Latina usa el sistema integrado CASA, basado en el Compromiso de *Responsible Care*[®] y las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.”¹²

2.1.2.2 Certificaciones

Estas certificaciones comprenden los normativos externos a la empresa que la rigen de manera predominante y establecen las guías básicas para todas las actividades que realiza.

Para todas ellas, se llevó a cabo un proceso de certificación, en sus respectivos campos de aplicación (calidad, salud y seguridad ocupacional, y ambiente), con la finalidad de poder ganar un status y asegurar a cualquier persona o empresa externa, la calidad de los productos y servicios que brinda, siendo respaldados por dichos normativos.

ISO 9001:2008

“Esta norma internacional especifica los requisitos del sistema de gestión de la calidad cuando una organización:

- Necesita demostrar su capacidad para suministrar consistentemente producto que cumpla con los requisitos del cliente y los legales y regulatorios aplicables.
- Aspira a incrementar la satisfacción del cliente, a través de la efectiva aplicación del sistema, incluyendo procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente, y los legales y regulatorios aplicables.

¹² Guías Corporativas CASA, 2008

Nota: En esta norma internacional, el término “producto” aplica sólo para el producto intencionado para, o requerido por un cliente; o cualquier producto intencionado que resulta de los procesos de realización de producto.

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su efectividad de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional. Por lo tanto, la organización debe:

- Determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de toda la organización.
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- Determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control de los procesos son efectivos.
- Asegurar la disponibilidad de recursos y de información necesarios para soportar la operación y el monitoreo de estos procesos.
- Monitorear, medir (cuando sea aplicable) y analizar estos procesos.
- Implementar las acciones necesarias para lograr los resultados planeados y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar dichos procesos de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional.

Cuando una organización decida subcontratar (*outsource*) cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurar el control sobre tales procesos. El tipo y extensión del control para ser aplicado a estos procesos subcontratados deben ser definidos dentro del sistema de gestión de la calidad.

La información de entrada de la revisión por la dirección debe incluir información sobre:

- Resultados de las auditorías
- Retroalimentación del cliente
- Desempeño de los procesos y la conformidad del producto
- Estado de las acciones preventivas y correctivas
- Acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas
- Cambios que puedan afectar el sistema de gestión de la calidad
- Recomendaciones para la mejora”¹³

ISO 14001:2004

“Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos.

Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos a los que la organización puede tener influencia. No establece por sí misma criterios de desempeño ambiental específicos. Esta norma se aplica en cualquier organización que desee:

- Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental.
- Asegurarse de su conformidad de su política ambiental establecida.
- Demostrar la conformidad con ésta norma por:

¹³ Guías Corporativas CASA, 2008

- La realización de una autoevaluación o autodeclaración.
- La búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes.
- La búsqueda de confirmación de su autodeclaración por una parte externa a la organización.
- La búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por una parte externa a la organización.

Todos los requisitos de ésta norma internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política ambiental de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios y la localización donde y las condiciones en las cuales opera.

La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización y asegurarse que, dentro del alcance definido de un sistema de gestión ambiental, está:

- Es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios.
- Incluyen un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación.
- Incluye un compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales.
- Proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales.
- Se documenta, implementa y mantiene.

- Se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella.
- Está a disposición del público.

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional, y determinar cómo cumplirá estos requisitos. Así mismo, debe establecer uno o varios procedimientos para:

- Identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios, que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados.
- Determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).

La organización debe documentar esta información y mantenerla actualizada, además de asegurarse de que los aspectos ambientales significativos se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.”¹⁴

OHSA 18001:2007

“Esta norma de la serie de evaluación en seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS) especifica requisitos para un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional (S&SO), para permitir a la organización controlar sus riesgos S&SO

¹⁴ Guías Corporativas CASA, 2008

y mejorar su desempeño S&SO. No establece criterios de desempeño S&SO específicos, ni da especificaciones detalladas para el diseño de un sistema de gestión.

Esta norma OHSA es aplicable a cualquier organización que desee alcanzar:

- Establecer un sistema de gestión S&SO para eliminar o minimizar riesgos al personal y otras partes interesadas que podrían ser expuestos a peligros S&SO asociados con sus actividades.
- Implementar, mantener y continuamente mejorar un sistema de gestión S&SO.
- Asegurarse de la conformidad con su política S&SO establecida.
- Demostrar conformidad con la norma OHSAS mediante:
 - Realizar una determinación y declaración propia.
 - Buscar confirmación de conformidad por partes que tengan un interés en la organización, tales como los clientes.
 - Buscar confirmación de su propia declaración por un ente externo a la organización.
 - Buscar certificación/registro de su sistema de gestión S&SO por una organización externa.

Todos los requisitos en esta norma OHSAS están hechos para ser incorporados al sistema de gestión OHSAS. La extensión de la aplicación dependerá de tales factores así como la política S&SO de la organización, la naturaleza de sus actividades y los riesgos y complejidad de sus operaciones.

Esta norma OHSAS está hecha para dirigir la seguridad y salud ocupacional, y no para dirigir otras áreas de la salud y la seguridad como

programas de bienestar/buena salud de sus empleados, productos de seguridad, daño a la propiedad o impactos ambientales.

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un Sistema de Gestión S&SO de acuerdo con los requisitos de esta norma OHSAS y determinar como cumplirá estos requisitos. Además, debe definir y documentar el alcance de su Sistema de Gestión S&SO.

La gerencia debe definir y autorizar la política S&SO de la organización y asegurar que dentro del alcance definido del Sistema de Gestión S&SO, ésta:

- Es apropiada a la naturaleza y escala de los riesgos S&SO de la organización.
- Incluye un compromiso a la prevención de lesión y enfermedad, y mejoramiento continuo en la gestión y el desempeño S&SO.
- Incluye un compromiso para cumplir los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus peligros S&SO.
- Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos S&SO.
- Es documentada, implementada y mantenida.
- Es comunicada a todas las personas que trabajan bajo el control de la organización con la intención de ponerlos al tanto de sus obligaciones S&SO individuales.
- Está disponible a las partes interesadas.
- Es revisada periódicamente para asegurar que permanece pertinente y apropiada para la organización.”¹⁵

¹⁵ Guías Corporativas CASA, 2008

2.2 Proceso de carga de productos

En esta sección se lleva a cabo el estudio de tiempos del proceso de carga para poder determinar, de ser necesarias, las mejoras óptimas a implementar y las modificaciones a realizar para que el proceso mejore sus tiempos, sea más eficiente y optimice el uso de los recursos.

2.2.1 Estudio bajo condiciones actuales

A continuación se describen los diferentes tiempos tomados en cuenta para el proceso de carga, así como el estudio de tiempos Inicial, realizado bajo las condiciones actuales.

2.2.1.1 Distribución de tiempo

Para poder llevar a cabo el estudio, se determinaron y diferenciaron los tres principales tipos de tiempos presentes en el proceso de carga, los cuales se detallan a continuación, junto con las actividades que involucran.

Todos estos tiempos se ven reflejados en el registro y toma de tiempos sobre éste proceso, descrito más adelante (págs. 119-127).

Tiempo productivo

Este tiempo se estableció como aquel en que el OM trabaja directamente en el proceso de carga, en las actividades de recepción de las rutas de reparto, recolección del pedido y carga del mismo.

Dicho tiempo se obtuvo a través del cronometraje (mediante el método continuo) del proceso. Para medirlo, se tomó como tiempo inicial el inicio de toda actividad que apoyara directamente el proceso de carga; y como tiempo final, el inicio de cualquier actividad improductiva u ociosa, o la finalización del proceso mismo.

Figura 45. **Fotografía de tiempo productivo de proceso de carga**



Fuente: propia.

Las mediciones se realizaron de pie frente al camión que estaba siendo cargado, con la finalidad de controlar los tiempos reales de partida y llegada del OM al área, así como determinar los momentos justos en los que éste iniciaba cualquier actividad no productiva.

Para llevar a cabo la medición se utilizó un cronómetro y una hoja de toma de tiempos. Además, se requirió del uso del EPP adecuado para el área de carga (botas de seguridad y casco protector), con la finalidad de cumplir con lo establecido en los normativos CASA en cuanto al tema de seguridad.

Idealmente, este tiempo debería ser el predominante en todo el proceso, ya que es el que ayuda directamente a que éste se lleve a cabo y se logre culminar.

Tiempo improductivo

El tiempo improductivo fue tomado como todo aquel lapso, durante el proceso de carga, en que los operadores de montacargas se encuentran realizando actividades que no favorecen la optimización del tiempo de carga (sin que este pueda llegar a ser tomado como un tiempo ocioso), a pesar que algunas de ellas están directamente relacionadas con el proceso.

La toma de este tiempo se llevó a cabo de manera similar a la toma del tiempo productivo, ya que el método empleado continuo empleado, permitió la determinación de los tres tiempos de manera simultánea.

Figura 46. **Fotografía de tiempo improductivo de proceso de carga**



Fuente: propia.

Como tiempo inicial, se tomó el inicio de cualquier actividad que no apoyara el desarrollo satisfactorio del proceso de carga de pedidos, o que incluso retrasara o perjudicara el desarrollo eficiente del mismo; como tiempo final, se tomaron los momentos en que dichas actividades concluyeran, e iniciara alguna actividad productiva y ociosa.

Para la obtención de los tiempos parciales, se tomaron los resultados plasmados en la hoja de toma de tiempos se hizo la resta del tiempo final menos el inicial, anotando el resultado en una hoja de resultados parciales. Finalmente, se hizo la suma de todos los resultados parciales, para obtener un dato final del tiempo total que las actividades improductivas

Tal es el caso de la actividad de análisis de carga del vehículo, en la cual el OM debe analizar la ruta de carga establecida por el chofer del camión de reparto, determinar los diferentes productos que deben ser cargados y en qué cantidades, y principalmente, el orden de carga de dichos productos, tomando en cuenta la ubicación de éstos en sus respectivas bodegas.

Esta actividad en particular es bastante peculiar, así como la de recolección del pedido en las bodegas, ya que ambas dependen del sistema PEPS por el cual son almacenados los productos en las bodegas.

Este tema actualmente no favorece al proceso de carga, ya que dos de las principales bodegas no cuentan con el sistema de *racks* necesario para poder poner en práctica dicho sistema de almacenaje, lo cual repercute en el tiempo y la cantidad de movimientos innecesarios que los operadores deben realizar para localizar y/o extraer el número de lote más antiguo de algunos de los productos que requieran.

Uno de los factores que no está relacionado directamente con el proceso de carga pero si lo afecta es el que el producto no esté listo para ser despachado cuando es requerido en algún pedido. Esto principalmente se da cuando el producto no ha sido trasegado de los tanques de almacenaje o cisternas hacia su recipiente.

Debido a esto, el OM no puede proseguir con la carga del camión hasta que dicho producto esté listo, ya que debe respetar en sistema de carga UEPS. Este tiempo es tomado como tiempo improductivo o muerto, ya que el camión debe esperar a ser cargado para poder iniciar su ruta.

Tiempo ocioso

Dentro del tiempo ocioso están consideradas todas aquellas actividades que no solo no tienen relación alguna con el proceso de carga, sino que pueden llegar a afectarlo de manera negativa, ya sea retrasándolo, frenándolo o haciéndolo menos óptimo y eficiente. A diferencia de las actividades improductivas, éstas dependen única y exclusivamente de los operadores de montacargas, quienes son los que llevan a cabo el proceso.

Como se mencionó anteriormente, la toma de estos tiempos se realizó simultáneamente al de los otros dos tiempos, mediante la aplicación del método continuo.

Figura 47. **Fotografía de tiempo ocioso de proceso de carga**



Fuente: propia.

Como tiempo inicial, se tomó el inicio de cualquier actividad, relacionada directamente con los OM, que detuviera o entorpeciera por completo o parcialmente el desarrollo del proceso de carga.

El dato final se obtuvo de la suma de las diferencias entre los distintos tiempos iniciales presentes en el proceso. Como medida de corroboración, este dato final, junto con los de las actividades productivas e improductivas, fueron sumados, esperando obtener el tiempo total de cada una de las mediciones del proceso.

Dentro de éstas actividades se encuentra, por ejemplo, el sostener charlas con otros compañeros o demás personal (tanto externo como interno a la empresa) por más tiempo del razonable o necesario cuando se está llevando a cabo el proceso de carga, especialmente en el lapso crítico de ocho a diez de la mañana.

Otra de las actividades consideradas como ociosas es el no encontrarse en el área de carga cuando un camión es ingresado y el departamento de despachos tiene lista la ruta.

Esto causa un retraso directo en el proceso, ya que el agente de seguridad debe buscar al OM en todas las áreas de la planta hasta encontrarlo, para indicarle que tiene un orden pendiente de carga. Esto aplica tanto para el OM1, durante todo el día, como para el OM2, en la fracción del día que debe apoyar el proceso.

2.2.1.2 Registro y toma de tiempos

Esta etapa del proyecto contempla los datos obtenidos del estudio inicial de tiempos, tomado bajo las condiciones actuales en las cuales trabajan los empleados, tanto del área administrativa como del área operativa.

Con la información disponible a partir del estudio inicial de campo, se dio paso a la toma de tiempos de un total de 52 pedidos, los cuales incluyen tanto procedimientos de carga como de descarga. En la mayoría de los casos, las mediciones hacen referencia a los camiones repartidores de la empresa (de diferentes tonelajes), sin descartar la toma de tiempo al proceso de carga de clientes particulares y al proceso de descarga de plataformas y contenedores.

Durante el estudio, se llevaron a cabo algunas mediciones por medio del Método de Vuelta a Cero y otras por medio del Método Continuo (siendo éste último el más utilizado), realizando pruebas con ambos métodos para determinar cuál de los dos sería el más aplicable de acuerdo a las características de la actividad estudiada.

Para efectos del estudio, se utilizó un formato inicial de “Hoja de Toma de Tiempos”, el cual permitió recabar la información pertinente que posteriormente sería analizada para determinar las modificaciones y cambios propuestos.

Dentro de esta información, se tomó en cuenta el número de pedido, el número producto y/o actividad, la descripción del producto y/o la actividad, el número de unidades de cada producto, la ubicación de dicho producto en la empresa, el tiempo requerido, el tipo de actividad, y observaciones adicionales.

T _{total} Actividades Productivas =	674.92117 min
T _{total} Actividades Improductivas =	894.03067 min
T _{total} Actividades de Ocio =	<u>74.029667 min</u>
Total =	1,642.9815 min

T _{total} Carga (camiones grandes) (s/p) =	945.285 min
T _{total} Carga (camiones pequeños) (s/p) =	103.794667 min

Cálculo de ocurrencia de actividades de proceso de carga:

Actividades productivas =	190 ocurrencias
Actividades improductivas =	126 ocurrencias
Actividades de ocio =	<u>3 ocurrencias</u>
Total =	319 ocurrencias

Cálculo de ocurrencias carga-descarga:

Carga (sin papeleo) =	48 ocurrencias
Carga (con papeleo) =	47 ocurrencias
Descarga =	4 ocurrencias
Papeleo =	46 ocurrencias
Carga (camiones grandes) (s/p) =	35 ocurrencias
Carga (camiones pequeños) (s/p) =	<u>13 ocurrencias</u>
Total =	193 ocurrencias

Cálculo de ocurrencias de tiempo improductivo:

Revisión de pedido =	55 ocurrencias
Papeleo =	46 ocurrencias

Atención a clientes particulares =	6 ocurrencias
Ordenamiento de tarimas =	6 ocurrencias
Producto no listo =	4 ocurrencias
Orden de producto sobrantes =	2 ocurrencias
Apoyo a otras áreas =	2 ocurrencias
Falta de etiqueta en producto =	2 ocurrencias
Limpieza de producto =	1 ocurrencias
Limpieza de montacargas =	1 ocurrencias
Revisión de orden de carga =	1 ocurrencias
Cambio de montacargas =	1 ocurrencias
Acomodamiento de tanquetas en tarimas =	1 ocurrencias
Traslado de toneles de tarima a camión =	<u>1 ocurrencias</u>
TOTAL =	129 ocurrencias

Cálculo de porcentajes de tiempo improductivo:

Revisión de pedido = $55/129 =$	42.6356589%
Papeleo = $46/129 =$	35.6589147%
Atención a clientes particulares = $6/129 =$	4.65116279%
Ordenamiento de tarimas = $6/129 =$	4.65116279%
Producto no listo = $4/129 =$	3.10077519%
Orden de producto sobrantes = $2/129 =$	1.55038760%
Apoyo a otras áreas = $2/129 =$	1.55038760%
Falta de etiqueta en producto = $2/129 =$	1.55038760%
Limpieza de producto = $1/129 =$	0.77519380%
Limpieza de montacargas = $1/129 =$	0.77519380%
Revisión de orden de carga = $1/129 =$	0.77519380%
Cambio de montacarga = $1/129 =$	0.77519380%
Acomodamiento de tanquetas en tarimas = $1/129 =$	0.77519380%

$$\begin{aligned} \text{Traslado de toneles de tarima a camión} &= 1/129 = \underline{0.77519380\%} \\ \text{Total} &= 100\% \end{aligned}$$

Cálculo de ocurrencias carga-descarga-papeleo:

$$\begin{aligned} \text{Carga (con papeleo)} &= 47 \text{ ocurrencias} \\ \text{Descarga} &= 4 \text{ ocurrencias} \\ \text{Papeleo} &= 46 \text{ ocurrencias} \\ \text{Carga (camiones grandes) (s/p)} &= 35 \text{ ocurrencias} \\ \text{Carga (camiones pequeños) (s/p)} &= \underline{13 \text{ ocurrencias}} \\ \text{Total} &= 193 \text{ ocurrencias} \end{aligned}$$

Cálculo de porcentaje de ocurrencia de actividades:

$$\begin{aligned} \% \text{Ocurrencia Actividades productivas} &= 190/319 = 59.5611285\% \\ \% \text{Ocurrencia Actividades improductivas} &= 126/319 = 39.4984326\% \\ \% \text{Ocurrencia Actividades de ocio} &= 3/319 = \underline{0.94043887\%} \\ \text{Total} &= 100\% \end{aligned}$$

Cálculo de relación de tiempos de actividades de proceso de carga:

$$\begin{aligned} \% \text{Relación Papeleo/Carga} &= 496.924833/1,049.07967 = 47.367693\% \\ \% \text{Relación Ociosa/Productiva} &= 74.029667/674.92117 = 10,968639\% \\ \% \text{Relación Improduct/Productiva} &= 894.03067/674.92117 = 132.46446\% \\ \% \text{Relación (Prod+Ociosa)/Imp} &= (674.92+74.03)/894.03 = 119.37108\% \end{aligned}$$

Cálculo de relación de tiempos de carga-descarga:

$$\% \text{T. Total Carga} = 1,049.07967/1,146.05667 = 91.538202\%$$

$$\%_{T. Total} \text{ Descarga} = 96.977/1,146.05667 = 8.46179797\%$$

Cálculo de relación de porcentaje de actividades P/I/O:

$$\%_{T. Total} \text{ Act Productivas} = 674.92117/1,146.05667 = 58.8907326\%$$

$$\%_{T. Total} \text{ Act Imp (s/p)} = 397.105833/1,146.05667 = 34.6497550\%$$

$$\%_{T. Total} \text{ ACT de ocio} = 74.029667/1,146.05667 = \underline{6.45951189\%}$$

$$\text{Total} = 100\%$$

Cálculo de tiempos promedio:

$$T_{Promedio} \text{ Carga (sin papeleo)} = 1,049.07967/48 = 21.8558264 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Carga (con papeleo)} = 1,546.0045/47 = 32.8937128 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Descarga} = 96.977/4 = 24.2442500 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Carga (c. grandes) (s/p)} = 945.285/35 = 27.0081429 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Carga (c. pequeños) (s/p)} = 103.79467/13 = 7.98420515 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Papeleo} = 496.924833/46 = 10.8027138 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Carga} = 10.8027138 + 21.8558264 = 32.6585402 \text{ min}$$

$$T_{Promedio} \text{ Descarga} = 24.24425 \text{ min}$$

Tabla III. **Tiempos totales de proceso de carga**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos)
Carga (sin papeleo)	1049,07967
Descarga	96,977
Papeleo	496,924833
Tiempo Total	1642,9815

Tabla IV. **Porcentaje de ocurrencia de actividades (P/I/O) de proceso de carga**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	OCURRENCIA	% DE OCURRENCIA
Productiva	3	59,5611285
Improductiva	190	39,4984326
Ociosa	126	0,94043887
Total	319	100

Tabla V. **Tiempos totales de actividades (P/I/O) de proceso de carga**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos)
Productiva	674,921167
Improductiva	894,030667
Ociosa	74,0296667
Tiempo Total	1642,9815

Con la información obtenida se llevó a cabo el análisis inicial, clasificándola y determinando su nivel de importancia y efecto en el proceso, así como las relaciones que permitirían obtener los puntos de comparación óptimos. Esta información se puede observar en las Tablas VI a la XII:

TablaVI. **Porcentaje carga-papeleo del tiempo total de carga**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos)	% DE TIEMPO TOTAL DE CARGA
Carga	1049,07967	67,8574782
Papeleo	496,924833	32,1425218
Tiempo Total Carga	1546,0045	100

Tabla VII. **Relación de actividades (P/I/O) de proceso de carga**

RELACIÓN DE ACTIVIDADES	RELACIÓN DE TIEMPOS (minutos)	% DE RELACIÓN
Papeleo / Carga	496,924833 / 1049,07967	47,367693
Ociosa / Productiva	74,0296667 / 674,921167	10,968639
Improductiva / Productiva	894,030667 / 674,921167	132,46446
(Productiva+Ociosa) / Improductiva	748,950833 / 894,030667	119,37108

Tabla VIII. **Tiempos de carga y descarga**

TIEMPOS DE CARGA Y DESCARGA		
Actividad	Tiempo (minutos)	%
Carga	1049,07967	91,538202
Descarga	96,977	8,46179797
Total	1146,05667	100

Tabla IX. **Porcentaje de tiempo carga-descarga de actividades (P/I/O) de proceso de carga**

% TIEMPO CARGA-DESCARGA SIN PAPELEO		
Actividad	Tiempo (minutos)	%
P	674,921167	58,8907326
I (sin papeleo)	397,105833	34,6497555
O	74,0296667	6,45951189
Total	1146,05667	100

Tabla X. **Tiempos promedio de carga y descarga (con/sin papeleo)**

TIEMPOS PROMEDIO			
Actividad	Tiempo (minutos)	#	Promedio
Carga (sin papeleo)	1049,079667	48	21,8558264
Carga (con papeleo)	1546,0045	47	32,8937128
Descarga	96,977	4	24,24425
Carga (camiones grandes) (s/p)	945,285	35	27,0081429
Carga (camiones pequeños) (s/p)	103,794667	13	7,98420515

Tabla XI. **Tiempos promedio de carga, descarga y papeleo**

PROMEDIOS CARGA, DESCARGA Y PAPELEO			
Actividad	Tiempo (minutos)	#	Promedio
Carga	1049,079667	48	21,8558264
Descarga	96,977	4	24,24425
Papeleo	496,924833	46	10,8027138
		Prom. Carga	32,6585402
		Prom. Descarga	24,24425

Tabla XII. **Distribución de tiempo improductivo**

DISTRIBUCION DE TIEMPO IMPRODUCTIVO		
Actividad	#	%
Revisión de pedido.	55	42,6356589
Papeleo.	46	35,6589147
Atención a clientes particulares.	6	4,65116279
Ordenamiento de tarimas.	6	4,65116279
Producto no listo.	4	3,10077519
Orden de productos sobrantes.	2	1,5503876
Apoyo a otras áreas.	2	1,5503876
Falta de etiqueta en producto.	2	1,5503876
Limpieza de producto.	1	0,7751938
Limpieza de montacargas.	1	0,7751938
Revisión de orden de carga.	1	0,7751938
Cambio de montacargas.	1	0,7751938
Acomodamiento de tanquetas en tarimas.	1	0,7751938
Traslado de toneles de tarima a camión.	1	0,7751938
Total	129	100

Nota: todos los tiempos descritos anteriormente, y los que se describirán a continuación, son tiempos cronometrados promedio. Esto debido que, para fines del estudio y los objetivos por los cuales se realizó, no era necesario la estandarización de los mismos. El estudio se realizó sobre un proceso con actividades y procedimientos muy generales, movimientos muy amplios, y de pocos y relativamente largos elementos, por lo que un estudio profundo hubiese requerido mucho más tiempo invertido logrando obtener los mismos resultados. Además, el proceso de carga es demasiado heterogéneo, todos los pedidos

requieren productos totalmente diferentes y tienen un tiempo de duración muy variado, por lo que la estandarización no es una opción factible.

A partir del análisis de los cuadros anteriores, se lograron obtener los siguientes resultados, en base a los cuales se espera poder obtener el punto de partida para la propuesta de cambio:

- A pesar de que las actividades productivas superan en número a las actividades improductivas durante el proceso de carga y descarga, el tiempo total acumulado de las segundas es mayor que el de las primeras.
- El tiempo invertido en las actividades ociosas equivale a un 10,97% del tiempo invertido en las actividades productivas.
- El tiempo invertido en las actividades improductivas equivale a un 132,46% del tiempo invertido en las actividades productivas.
- El procedimiento de papeleo y certificados equivale casi a un 50% del tiempo de carga.
- El procedimiento de papeleo y certificados conforma 1/3 del tiempo total de carga.
- El tiempo improductivo en el proceso de carga disminuye en un 20% cuando el tiempo de papeleo y certificados no se toma en cuenta.
- El tiempo de carga con papeleo es casi un 50% mayor que el tiempo neto de carga.
- El tiempo promedio de descarga es aproximadamente 10 minutos menor que el tiempo promedio de carga, ya que no interviene el tiempo de papeleo y los productos se descargan en el orden en que están colocados.
- El tiempo promedio de carga de un camión pequeño es 20 minutos menor al de uno grande.

- El 43% del total del número de actividades improductivas es generado por el OM1 cuando realizar la revisión del pedido o ruta a cargar, el 36% forma parte del procedimiento de papeleo y certificados, y el 21% restante es generado por actividades de menor relevancia.

2.2.2 Propuesta

De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de tiempos inicial bajo las condiciones actuales del proceso de carga, se procedió a realizar las propuestas de cambio consideradas, con las cuales se pretenden alcanzar los objetivos de esta fase del proyecto.

Los cambios propuestos se basan en el análisis de los resultados obtenidos en el primer estudio, en el cual se pueden observar ciertos factores o actividades críticas que posiblemente sean las que limitan el proceso e impiden que éste sea óptimo.

2.2.2.1 Modificaciones propuestas

Con el estudio de tiempos inicial, como se puede observar en las tablas que corresponden (V, VIII, XII, XIII y XIV) y su respectivo análisis, se logró determinar que la actividad crítica principal es la de papeleo y certificados.

A pesar de no formar parte del proceso de carga como tal, si es una actividad indispensable para que éste esté completo. Esto lo hace aún más crítico, ya que no puede ser eliminado del proceso, y mucho menos ser despreciado.

De acuerdo a lo anterior, se plantearon las primeras propuestas de cambio, las cuales son:

- Analizar más a fondo los tiempos improductivos, para determinar sus causas y tratar de minimizarlos o eliminarlos.
- Realizar un estudio de tiempos específico del proceso de papeleo y certificados, junto con su respectivo análisis.
- Determinar el factor o factores críticos que conforman el proceso de papeleo y certificados, que lo limitan y hacen poco eficiente, analizarlos y ver la manera de optimizarlos.

Las propuestas al resto de actividades que afectan el proceso de carga, se detallan a continuación.

Actividad de carga

La actividad de cargar como tal, en términos generales, no presenta factores que puedan ser calificados como críticos. A pesar de esto, se pudieron identificar ciertos factores que, de una u otra forma, afectan el proceso de manera negativa, lo cual entorpece los objetivos de la fase.

Los factores críticos determinados para esta actividad y las propuestas de cambio son las siguientes:

- Revisiones constantes y repetitivas que el OM1 hace a la orden de carga de pedidos: las realiza para determinar el orden de carga o el producto a cargar.

La propuesta para evitar el tiempo improductivo es proporcionarle dicho documento con anticipación al OM, para que éste lo pueda analizar y conocer tanto el orden de carga como los productos a cargar, y saber en qué manera llevar a cabo el proceso.

- Demás elementos que conforman el tiempo improductivo de los pedidos (revisión de pedido, papeleo, apoyo a otras áreas, etc.).

La propuesta respecto a este tema, es realizar un estudio de campo más detallado, para llevar a cabo una clasificación de dichos elementos, así como determinar su causa y frecuencia de aparición en el proceso.

Factores externos

A partir del estudio de tiempos inicial, se pudo determinar cuan importantes e influyentes son dichos factores, principalmente para la actividad de papeleo y certificados. A continuación se presentan las modificaciones propuestas para dichas actividades, así como los resultados esperados.

Actividades del personal de ventas:

El factor de las actividades que realiza el personal de ventas que afecta el proceso de papeleo y certificados es la elaboración de los pedidos, tanto en cuanto a los horarios en los que los elaboran y los trasladan al departamento de despachos, como en cuanto a los inconvenientes crediticios de los clientes para los cuales los elaboran.

La manera en que estas actividades afectan al proceso de carga se describe a continuación:

- Horarios de elaboración y traslado de pedidos; el personal de ventas lleva a cabo éstas actividades a altas horas de la tarde, cuando el personal administrativo está por terminar su jornada laboral, o a tempranas horas de la mañana, cuando el departamento de despachos ya ha organizado los pedidos y elaborado las respectivas rutas de reparto.

Esto afecta en la preparación de las rutas de carga, ya sea porque no exista la cantidad de pedidos necesarios para poder elaborarlas, o porque los pedidos son ingresados a destiempo a media mañana. Por lo anterior, el departamento de despachos debe reorganizar las rutas y, en ocasiones, posponer la entrega de dichos pedidos para el día siguiente.

- Inconvenientes crediticios: esto, sumado a la falta de comunicación entre los vendedores y el departamento de despachos.

Por estas razones, en ocasiones el pedido generado no puede ser cargado aunque haya sido incluido en las rutas de carga, lo cual las modifica y en ocasiones deben ser redistribuidas.

Otras veces, el departamento de despachos debe ordenar a las OM que descarguen el pedido. Mientras más atrás se encuentre, más tiempo se pierde en la extracción del pedido y la reubicación de los productos que sí serán despachados.

En el peor de los casos, el departamento de créditos se da cuenta de esto hasta que el camión repartidor se encuentra en ruta, ordenando de igual manera que no sea despachado, lo que genera un flete muerto que debe ser pagado.

Para dar solución a los inconvenientes mencionados, se realizaron ciertas sugerencias tanto al departamento de despachos como al personal de ventas. Las propuestas de cambio para estas limitantes al proceso de carga son:

- Ambos departamentos deben incrementar y mejorar la comunicación entre sí, para evitar malentendidos que repercutan directamente al proceso de carga.
- El departamento de ventas debe dejar generados los pedidos a más tardar a las cuatro de la tarde, para que el departamento de despachos tenga el tiempo suficiente para recogerlos y dejar elaboradas las rutas de carga.
- Con esto, las órdenes de carga serían entregadas a los OM temprano por la mañana, antes de que los camiones ingresaran, para que éstos tuvieran tiempo de analizarlas y, de ser posible, preparar los pedidos para que, cuando los camiones ingresaran a la empresa, éstos fueran cargados inmediatamente.

Esto ayudaría también al departamento de despachos a poder preparar la papelería respectiva para cada una de las rutas con suficiente tiempo.

Proceso de papeleo:

Para esta etapa del proyecto aún no se sabe con exactitud qué elementos conforman la actividad de papeleo y certificados, así como la repercusión que tiene cada uno de ellos en dichas actividades y, por consiguiente, en el proceso de carga. Por ello, se procedió a realizar un estudio de tiempos específico sobre este sub-proceso, el cual se plantea a continuación.

A) Registro y toma de tiempos (proceso papeleo y certificados)

El estudio de tiempos para el proceso de papeleo y certificados se llevo a cabo de manera similar al estudio de tiempos inicial. Se registraron los datos de veinticinco órdenes de carga, con número de pedidos que van desde uno hasta trece.

Las mediciones se llevaron a cabo por medio del método vuelta a cero, considerado en éste caso el más adecuado, ya que los elementos a medir son bastante marcados, pudiendo determinar fácilmente cuando inicia y cuando termina cada uno de ellos.

Además, en ocasiones fue necesario medir el tiempo total de alguno de los elementos por partes, ya que se presentaban otros elementos entremedio (como en el caso del tiempo de papeleo por cliente, en el cual generalmente se involucra el tiempo de la obtención de los certificados).

En esta etapa del proyecto, se trabajó exclusivamente en el departamento de despachos, concentrando toda la atención el proceso de papeleo y certificados. Se emplearon dos días para la determinación de los elementos a analizar, de acuerdo a su recurrencia y efectos en el proceso.

Se determinaron cinco elementos principales en el proceso, siendo estos:

- Recolección de facturas
- Tiempo fuera de oficina de la encargada de los despachos (al momento de que un transportista se encuentre en espera)
- Papeleo por cliente o pedido

- Obtención de certificados
- Tiempo empleado para otras actividades (actividades varias)

Para este estudio, también se elaboró un formato de hoja de toma de tiempos, el cual incluye los elementos mencionados anteriormente, así como las respectivas casillas para la toma de tiempos, anotación de observaciones, número de pedido y totales. Dicho formato utilizado se muestra en la Figura 49:

Figura 49. **Formato de hoja de toma de tiempos para proceso de papeleo**

HOJA DE TOMA DE TIEMPOS (Tiempo Improductivo)													
# PED	Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	Observaciones	Tot
	Recolección de facturas.												
	Fuera de oficina.												
	Papeleo por cliente.												
	Certificados.												
	Otras actividades.												
	Recolección de facturas.												
	Fuera de oficina.												
	Papeleo por cliente.												
	Certificados.												
	Otras actividades.												
	Recolección de facturas.												
	Fuera de oficina.												
	Papeleo por cliente.												
	Certificados.												
	Otras actividades.												
	Recolección de facturas.												
	Fuera de oficina.												
	Papeleo por cliente.												
	Certificados.												
	Otras actividades.												
	Recolección de facturas.												
	Fuera de oficina.												
	Papeleo por cliente.												
	Certificados.												
	Otras actividades.												

Fuente: elaboración propia.

B) Resultados

A partir del estudio realizado y los cálculos descritos a continuación, se obtuvieron los datos esperados. Los resultados son los reflejados en las Tablas XIII a XV:

Cálculo de tiempos totales:

T _{Total} Recolección de facturas =	28:51.0 =	28.85 min
T _{Total} Fuera de oficina =	36:47.8 =	36.80 min
T _{Total} Papeleo por cliente =	1:26:00.7 =	86.02 min
T _{Total} Certificados =	1:50:45.5 =	110.76 min
T _{Total} Otras actividades =	<u>26:15.0 =</u>	<u>26.25 min</u>
TOTAL =	4:48:40.0	288.68 min

Cálculo de ocurrencias:

Recolección de facturas =	16 ocurrencias
Fuera de oficina =	12 ocurrencias
Papeleo por cliente =	25 ocurrencias
Certificados =	22 ocurrencias
Otras actividades =	<u>13 ocurrencias</u>
Total =	88 ocurrencias

Cálculo de tiempos promedio:

T _{Total} Recolección de facturas =	28:51.0/16 =	1:48.2 =	1.81 min
T _{Total} Fuera de oficina =	36:47.8/12 =	3:04.0 =	3.07 min
T _{Total} Papeleo por cliente =	1:26:00.7/25 =	3:26.4 =	3.44 min
T _{Total} Certificados =	1:50:45.5/22 =	5:02.1 =	5.04 min
T _{Total} Otras actividades =	26:15.0/13 =	<u>2:01.2 =</u>	<u>2.02 min</u>
Total =		15:21.8	15.38 min

Cálculo de proporción de tiempos promedio de actividades:

$$\% T_{Total} \text{ Recolección de facturas} = 1:48.2/15:21.8 = 9.994466\%$$

% T. Total Fuera de oficina = 3:04.0/15:21.8 =	12.746910%
% T. Total Papeleo por cliente = 3:26.4/15:21.8 =	29.796130%
% T. Total Certificados = 5:02.1/15:21.8 =	38.368860%
% T. Total Otras actividades = 2:01.2/15:21.8 =	<u>9.093631%</u>
Total =	100%

Cálculo de porcentajes promedio totales:

% Promedio Recolección de facturas = 275.93/16 =	17.245318%
% Promedio Fuera de oficina = 304.76/12 =	25.396577%
% Promedio Papeleo por cliente = 730.84/25 =	29.233657%
% Promedio Certificados = 954.46/22 =	43.384514%
% Promedio Otras actividades = 229.57/13 =	7.659092%

Cálculo de relación de tiempo total de papeleo:

%T. TOTAL Sin papeleo = 10:19.8/15:21.8 = 67.23142%

%T. TOTAL Con papeleo = 15:21.8/15:21.8 = 100%

Tabla XIII. **Tiempos promedio de actividades de proceso de papeleo**

RESULTADOS TOTALES				
Actividad	T. Total	#	T. Promedio	%
Recolección de Facturas	28:51.0	16	01:48.2	9.994466
Fuera de Oficina	36:47.8	12	03:04.0	12.74691
Papeleo por Cliente	26:00.7	25	03:26.4	29.79613
Certificados	50:45.5	22	05:02.1	38.36886
Otras Actividades	26:15.0	13	02:01.2	9.093631
Totales	48:40.0	88	15:21.8	100

Tabla XIV. **Porcentajes promedio totales de actividades de proceso de papeleo**

PORCENTAJES PROMEDIO TOTALES	
Actividad	%
Recolección de Facturas	17.245318
Fuera de Oficina	25.396577
Papeleo por Cliente	29.233657
Certificados	43.384514
Otras Actividades	17.659092

Tabla XV. **Tiempo total de proceso de papeleo sin/con certificados**

T. TOTAL DE PAPELEO	Tiempo	%
Sin "Certificados"	10:19.8	67.23142
Con "Certificados"	15:21.8	100

C) Interpretación de Información

A través de la interpretación de los cuadros anteriores, se lograron establecer los siguientes enunciados:

- Elementos Principales (60% del tiempo total):
 - Papeleo por Cliente:
 - Es necesario pero puede minimizarse
 - Está presente en todos los pedidos
 - % de Ocurrencia = 28%
 - Certificados:
 - Representa 1/3 del Tiempo Total de Papeleo
 - Puede llegar a eliminarse o reducirse considerablemente
 - Presente en el 88% de los pedidos
 - % de Ocurrencia = 25%

- El proceso de papeleo y certificados afecta directamente el proceso de carga, teniendo como elemento principal y crítico la actividad de obtención de certificados.
- El tiempo empleado para la obtención de certificados excede un 28.77% y un 46.33% al tiempo total y promedio (respectivamente) del mismo papeleo.
- El tiempo promedio del proceso de papeleo disminuye aproximadamente en un 32.77% cuando el proceso de obtención de certificados no se toma en cuenta.

D) Análisis

El análisis de la información se presenta a continuación, junto con sus respectivas conclusiones, en base a las cuales se espera poder realizar las propuestas finales de cambio:

- Las dos actividades principales, que abarcan en promedio el 60% del tiempo total del proceso de papeleo, son la de papeleo por cliente y la de certificados.
- El tiempo empleado en el papeleo por cliente es necesario, pero puede ser reducido. El tiempo empleado en la obtención de los certificados podría llegar a eliminarse por completo o, en el peor de los casos, reducirse considerablemente.
- Al observar el cuadro de Resultados Totales, se puede observar que el papeleo por cliente está presente en todos los pedidos, y que la obtención de los certificados lo está en la mayoría. Así mismo, se puede

observar que los porcentajes de ambos elementos poseen casi el mismo valor, y que dicho valor es notablemente más alto que los de los demás.

- El tiempo total del proceso de papeleo se ve mayormente afectado por el procedimiento de búsqueda, fotocopia y entrega de los certificados de calidad a los transportistas.
- En el gráfico de Tiempos Promedio se puede observar que el tiempo promedio de la obtención de certificados conforma $\frac{1}{3}$ del tiempo promedio total del proceso, siendo aproximadamente un 10% mayor al tiempo promedio del mismo papeleo por cliente.
- El tiempo total del proceso de papeleo disminuye en un 33% aproximadamente cuando el tiempo de obtención de “certificados” no se toma en cuenta.
- El tiempo promedio del proceso de papeleo y certificados es de 15 minutos con 15 segundos, siendo este un tiempo considerable en relación con el tiempo promedio de carga que es de 21,86 minutos. Esto significa que, como mínimo, $\frac{1}{3}$ del tiempo que un camión pasa dentro de la empresa durante el proceso de carga es improductivo.
- El tiempo de papeleo y certificados es bastante variable, con tiempos que van desde los 4 minutos hasta los 36. Esto nos indica que dicho procedimiento no permite su estandarización. Además, la serie de pasos a seguir para completar el proceso es aleatoria.

- El porcentaje de tiempo que el transportista espera a la persona encargada del papeleo y los certificados debido a que se encuentra fuera de su área de trabajo, representa íntegramente un tiempo muerto.
- La mayoría de retrasos considerables en la obtención del certificado son ocasionados por el hecho de que éstos no han sido elaborados por parte de los encargados del departamento de calidad.
- Al optimizar el proceso de papeleo, se logrará simultáneamente la optimización del proceso de carga.

E) Modificaciones propuestas

Posteriormente al análisis de los resultados del estudio de tiempos del proceso de papeleo y certificados, se lograron establecer los principales elementos críticos que intervienen en él. Estos son:

- Obtención de certificados: es el que más afecta el sub-proceso de papeleo y certificados y, por consiguiente, al proceso de carga. Esto no solo en cuanto a la recurrencia que tiene dentro del mismo, sino que al tiempo que demora llevarla a cabo. Este factor no puede ser controlado, ya que depende por completo de las exigencias de los clientes que hacen el pedido.
- Papeleo por cliente: este afecta de manera muy similar el proceso, tanto respecto a su recurrencia como al tiempo que demora. La diferencia radica en que este factor no puede ser eliminado, sino únicamente minimizado.

Al lograr optimizar ambos factores críticos, se logrará minimizar considerablemente el tiempo del proceso de papeleo, lo cual a su vez reducirá notablemente el tiempo del proceso de carga en sí.

Con base a esto, se plantearon las siguientes propuestas de cambio, con la finalidad de llevarlas a la práctica y determinar, por medio de un estudio final de tiempos, si es posible optimizar el proceso de carga. Las propuestas son:

- El departamento de despachos debe mejorar su comunicación con el departamento de calidad, para que éste le proporcione los certificados necesarios a tiempo, para que estos puedan ser incluidos dentro de los documentos a entregar a los transportistas sin incurrir en demoras.
- El departamento de calidad debe elaborar los certificados de calidad de cada uno de los productos que lo requieran conforme estos vayan ingresando a la empresa, para que así estos estén listos cuando el departamento de despachos los requiera.
- La persona encargada del departamento de despachos debe cerciorarse de que su archivo de certificados se encuentre al día para evitar posibles retrasos.
- El encargado de despachos debe tener las facturas de cada pedido listas para cuando el transportista termine de cargar el camión e ingrese al departamento de despachos, tratando de ocupar el tiempo en que el camión está siendo cargado para recogerlas.
- El encargado del departamento de despachos debe tratar, en la medida de lo posible, de realizar las actividades no relacionadas con el papeleo

(tanto fuera como dentro de la oficina) en los lapsos de tiempo que los transportistas no se encuentran esperando a ser atendidos. Si es posible, en el lapso de crítico de carga de camiones (entre 8:00 y 10:00 am), esta persona debería permanecer el 100% del tiempo en la oficina de despachos.

- El encargado del departamento de despachos debería iniciar la preparación de los papales de cada transportista en cuanto la ruta sea entregada al mismo para ser cargada, para que cuando el proceso de carga sea concluya, estos estén listos.

Todas las modificaciones propuestas se resumen en que el departamento de despachos se organice y establezca procedimientos para el proceso de papeleo, para poder realizar las actividades de manera más sistemática y efectiva, en el menor tiempo posible.

Tabla XVI. Resultados o beneficios esperados por implementación de propuestas al proceso de papeleo

No.	CONDICION ACTUAL	ACCION O MODIFICACION PROPUESTA	RESULTADO O BENEFICIO ESPERADO
1	Proceso de obtención de certificados retrasa papeleo.	Depto. de Calidad debe elaborar los certificados cada vez q un producto ingrese a las bodegas.	Certificados listos para ser adjuntados a papelería cuando sean necesarios.
2	Archivo de certificados de análisis incompleto.	Actualización diaria del archivo de certificados por el encargado del Depto. de Despachos.	Archivo de cartificados de calidad y análisis al día.
3	Facturas de pedidos indispuetas cuando son necesarias.	Traslado de pedidos por los vendedores con un día de anticipación; facturación inmediata de los mismos por parte del Depto. de Despachos.	Tiempo de recolección de facturas minimizado o eliminado por completo.
4	Inicio de papeleo por parte del encargado de despachos hasta que el camión está cargado por completo.	Iniciar proceso de papeleo en cuanto la ruta sea entregada al piloto.	Documentación lista para ser entregada al piloto al culminar la carga del camión; inicio inmediato de ruta.

2.2.2.2 Registro y toma de tiempos

A partir del análisis y las propuestas de cambio planteadas, se procedió a realizar el estudio de tiempos final, específicamente sobre el proceso de papeleo y certificados, considerado como el punto crítico del proceso de carga.

Para ello, se dialogó con los involucrados en el proceso de papeleo, para que pusieran en práctica los cambios propuestos durante el estudio, y así poder determinar si éstos eran los cambios óptimos y si favorecían o no al proceso de carga.

Los cálculos y resultados del estudio se presentan a continuación, y en las Tablas XVII a XIX, seguidos de su respectiva interpretación:

Cálculo de tiempos totales:

T _{Total}	Recolección de facturas =	7:25.0 =	7.42 min
T _{Total}	Fuera de oficina =	14:03.6 =	14.06 min
T _{Total}	Papeleo por cliente =	26:02.8 =	26.05 min
T _{Total}	Certificados =	12:20.8 =	12.35 min
T _{Total}	Otras actividades =	<u>1:49.0 =</u>	<u>1.82 min</u>
	Total =	1:01:41.2	61.70 min

Cálculo de ocurrencias:

Recolección de facturas =	10 ocurrencias
Fuera de oficina =	10 ocurrencias
Papeleo por cliente =	10 ocurrencias
Certificados =	10 ocurrencias

Otras actividades = 10 ocurrencias
 Total = 50 ocurrencias

Cálculo de tiempos promedio:

T _{Total} Recolección de facturas = 7:25.0/10 =	0:44.5 =	0.74 min
T _{Total} Fuera de oficina = 14:03.6/10 =	1:24.4 =	1.41 min
T _{Total} Papeleo por cliente = 26:02.8/10 =	2:36.3 =	2.61 min
T _{Total} Certificados = 12:20.8/10 =	1:14.1 =	1.23 min
T _{Total} Otras actividades = 1:49.0/10 =	<u>0:10.9 =</u>	<u>0.18 min</u>
	Total =	6:10.1 6.17 min

Cálculo de proporción de tiempos promedio de actividades de papeleo:

% T. Total Recolección de facturas = 0:44.5/6:10.1 =	12.02323%
% T. Total Fuera de oficina = 1:24.4/6:10.1 =	22.79333%
% T. Total Papeleo por cliente = 2:36.3/6:10.1 =	42.22395%
% T. Total Certificados = 1:14.1/6:10.1 =	20.01448%
% T. Total Otras actividades = 0:10.9/6:10.1 =	<u>2.945015%</u>
Total =	100%

Cálculo de porcentajes promedio totales:

% Promedio Recolección de facturas = 56.520843/10 =	5.6520843%
% Promedio Fuera de oficina = 87.033942/10 =	8.7033942%
% Promedio Papeleo por cliente = 500.93358/10 =	50.0933580%
% Promedio Certificados = 278.99663/10 =	27.8996630%
% Promedio Otras actividades = 85.8947/10 =	8.5894700%

Cálculo de relación de tiempos totales:

$\%T. TOTAL$ Sin papeleo = $4:56.0/6:10.1 = 79.98552\%$

$\%T. TOTAL$ Con papeleo = $6:10.1/6:10.1 = 100\%$

Tabla XVII. **Resultados totales de proceso de papeleo**

RESULTADOS TOTALES				
Actividad	T. Total	#	T. Promedio	%
Recolección de Facturas	07:25.0	10	00:44.5	12.02323
Fuera de Oficina	14:03.6	10	01:24.4	22.79333
Papeleo por Cliente	26:02.8	10	02:36.3	42.22395
Certificados	12:20.8	10	01:14.1	20.01448
Otras Actividades	01:49.0	10	00:10.9	2.945015
Totales	01:41.2	50	06:10.1	100

Tabla XVIII. **Porcentajes promedio totales de actividades de proceso de papeleo**

PORCENTAJES PROMEDIO TOTALES	
Actividad	%
Recolección de Facturas	5.6520843
Fuera de Oficina	8.7033942
Papeleo por Cliente	50.093358
Certificados	27.899563
Otras Actividades	8.58947

Tabla XIX. **Tiempo total de papeleo sin/con certificados**

T. TOTAL DE PAPELEO	Tiempo	%
Sin "Certificados"	04:56.0	79.98552
Con "Certificados"	06:10.1	100

2.2.2.3 Resultados

Los cuadros anteriores fueron analizados y estudiados, para posteriormente ser interpretados. Dicha interpretación pretende determinar el éxito del estudio, así como la factibilidad de optimizar el proceso de carga. A partir de estas acciones, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se puede notar claramente que con las modificaciones propuestas se logró optimizar el tiempo promedio del proceso de papeleo, disminuyendo aproximadamente 9.11 segundos, lo cual representa una reducción del 60%.
- El tiempo empleado para la obtención de los certificados se redujo significativamente, de un 33% a un 20% del tiempo de papeleo y certificados. Esto reduce considerablemente el tiempo de entrega de los papeles a los transportistas y, por consiguiente, el tiempo total de carga.
- A su vez, el tiempo promedio empleados para la recolección de facturas, fuera de la oficina y para realizar otras actividades se redujo un 60%, 54% y 91%, respectivamente. Esto beneficia reduciendo el tiempo promedio del proceso completo proporcionalmente.

2.2.2.4 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos tanto en el estudio de tiempos inicial, presentados en el registro y toma de tiempos inicial (págs. 119-127), como en los estudios posteriores, presentados en el registro y toma de tiempos del proceso de papeleo (págs. 135-138 y 144-146), proporcionaron la información esperada y permitieron determinar una notable mejoría en el proceso con las condiciones propuestas.

Es importante destacar que el éxito de los estudios se logró, en gran parte, por la colaboración de los empleados involucrados en los procesos estudiados, bajo las condiciones actuales y, principalmente, bajo las condiciones propuestas.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos, tanto en las condiciones actuales como propuestas, seguido de una comparación de los mismos, con la finalidad de observar claramente las mejoras logradas y la optimización tanto del proceso de carga como del de papeleo y certificados.

Condición actual

Los resultados obtenidos inicialmente en las condiciones de trabajo actuales, presentados en las páginas 128 y 129, representan principalmente los puntos débiles del proceso de carga, resaltando aquellos que son críticos y lo afectan considerablemente. Con el estudio inicial, se lograron identificar dichos factores críticos, para proceder a su mejora y optimización o, en su defecto, a su eliminación o minimización.

Los resultados obtenidos del estudio inicial se muestran en las Tablas XX y XXI:

Tabla XX. Tiempos promedio de actividades de proceso de papeleo

TIEMPOS PROMEDIO PROCESO DE PAPELEO		
Actividad	T. Prom.	%
Recolección de facturas.	02:00.4	11.499522
Fuera de oficina.	02:29.2	14.250239
Papeleo por cliente.	05:11.7	29.770774
Certificados.	05:04.5	29.083095
Otras actividades.	02:41.2	15.396371
Total	17:27.0	100

Tabla XXI. **Tiempos promedio de proceso de carga y papeleo**

TIEMPOS PROMEDIO PROCESO DE CARGA		
Actividad	T. Prom.	%
Carga	21:51.3	55.604554
Papeleo	17:27.0	44.395446
Total	39:18.3	100

Condición propuesta

El objetivo de este segundo estudio era plantear nuevas condiciones de trabajo a todos los involucrados en el proceso de carga, que lo beneficiaran y logaran su optimización, así como una mejora considerable en los tiempos del proceso.

Con esto se comprobaría si los cambios propuestos habían logrado cumplir sus objetivos de mejora y optimización del proceso, y de la minimización o eliminación de los factores críticos.

Los resultados obtenidos en el estudio final de tiempos, después de haber implementado los cambios propuestos, presentados en las páginas 138-141 y 147-148, proporcionaron información que más adelante serviría como punto de comparación.

Las principales propuestas se centraron en el estudio profundo de las actividades que conformaban el tiempo improductivo del proceso de carga, logrando determinar las actividades del personal de ventas y el proceso de papeleo, como las que más lo afectaban.

Se hicieron sugerencias y propuestas de cambio enfocadas a ambas actividades. En cuanto al departamento de ventas, se propuso una mejor

comunicación y relación con el departamento de despachos, lo cual permitiría una mayor organización en cuanto a los pedidos estimados a despachar diariamente, y facilitaría la programación y logística de distribución para los pedidos.

Con respecto al departamento de despachos, los esfuerzos se centraron primeramente en la determinación de la actividad crítica del proceso de papeleo y certificados. Luego de que ésta fuera identificada como la actividad de obtención de certificados, se propuso una mejor organización por parte del departamento de operaciones para que los certificados se elaboraran y trasladaran al departamento de despachos en cuanto el producto ingresara a las bodegas.

Además, se realizaron otras propuestas para las actividades menos relevantes, más no despreciables del proceso. Una de ellas fue la de la permanencia de la encargada de los despachos el 100% de su tiempo en el lapso crítico de la mañana. Además, se le solicitó el aprovechamiento del tiempo de carga para preparar la mayor cantidad de documentación posible.

Los resultados obtenidos de este estudio se presentan en las Tablas XXII y XXIII:

Tabla XXII. **Tiempos promedio de proceso de papeleo propuesto**

TIEMPOS PROMEDIO PROCESO DE PAPELEO		
Actividad	T. Prom.	%
Recolección de facturas.	00:44.5	11.194969
Fuera de oficina.	01:24.4	21.232704
Papeleo por cliente.	02:36.3	39.320755
Certificados.	01:41.4	25.509434
Otras actividades.	00:10.9	2.7421384
Total	06:37.5	100

Tabla XXIII. **Tiempos promedio de procesos de carga y papeleo propuestos**

TIEMPOS PROMEDIO PROCESO DE CARGA		
Actividad	T. Prom.	%
Carga	19:51.3	74.981118
Papeleo	06:37.5	25.018882
Total	26:28.8	100

Comparación de resultados

En base a los resultados obtenidos tanto del estudio inicial de tiempos como del estudio final, se pudieron realizar ciertas comparaciones entre la situación actual del proceso de carga y las variaciones que éste presenta cuando se implementan las propuestas de cambio.

Dichas comparaciones se llevaron a cabo principalmente respecto a los tiempos de cada una de las actividades o elementos de los procesos estudiados, los cuales no solo permitieron notar y medir fácilmente las variaciones y mejoras alcanzadas, sino que representaban la efectividad de las modificaciones propuestas implementadas.

A continuación se presentan los cuadros comparativos, en las Tablas XXIV y XXV, obtenidos del análisis final, así como sus respectivas conclusiones:

Tabla XXIV. **Comparación de tiempo promedio entre proceso de papeleo actual y propuesto**

T. DE PAPELEO ACTUAL (1) - T. DE PAPELEO PROPOUESTO				
Actividad	T. Prom. 1	T. Prom. 2	ΔT	$\Delta\%$
Recolección de facturas.	02:00.4	00:44.5	01:15.9	63.039867
Fuera de oficina.	02:29.2	01:24.4	01:04.8	43.431635
Papeleo por cliente.	05:11.7	02:36.3	02:35.4	49.85563
Certificados.	05:04.5	01:41.4	03:23.1	66.699507
Otras actividades.	02:41.2	00:10.9	02:30.3	93.238213
Total	17:27.0	06:37.5	10:49.5	62.034384

Tabla XXV. **Comparación de tiempo promedio entre proceso de carga actual y propuesto**

T. DE CARGA ACTUAL (1) - T. DE CARGA PROPUUESTO (2)				
Actividad	T. Prom. 1	T. Prom. 2	ΔT	$\Delta\%$
Carga	21:51.3	19:51.3	02:00.0	9.1546879
Papeleo	17:27.0	06:37.5	10:49.5	62.034384
Total	39:18.3	26:28.8	12:49.5	32.630865

A partir de los cuadros presentados arriba, se lograron plantear los siguientes enunciados y obtener las siguientes conclusiones:

- El tiempo correspondiente netamente a la actividad de carga, se logró optimizar, reduciéndose en un 9.15%.
- El tiempo promedio correspondiente a la actividad de papeleo también se logró optimizar, reduciendo su tiempo en 62 .03%, lo que representa 2/3 del tiempo inicial de papeleo bajo condiciones actuales.
- Las reducciones de los tiempos promedio de los elementos que componen la actividad de papeleo fueron bastante notables también, con

un rango que va desde un 43% hasta un 93% menos que el tiempo inicial bajo condiciones actuales.

- Los objetivos de las propuestas de cambio planteadas para implementarse en el estudio final de tiempos proporcionaron los resultados esperados, no solo optimizando los tiempos del proceso en general, sino que minimizando y/o eliminando algunos de los tiempos involucrados. Tal es el caso del tiempo correspondiente al elemento otras actividades, el cual se logró reducir casi por completo (un 93.24%).
- El elemento crítico de la actividad de papeleo, la obtención de los certificados de calidad, logró una disminución del 66.70%, porcentaje que superó las expectativas del estudio.
- La totalidad de los elementos improductivos (recolección de facturas, fuera de oficina y otras actividades) de la actividad de papeleo lograron reducir sus tiempos considerablemente, desde un 43.43% para el tiempo fuera de oficina, hasta un 93.23% para el tiempo de otras actividades.
- Después de reducción lograda para el elemento de obtención de certificados, aquella obtenida para los elementos improductivos son las más importantes y significativas, ya que los tiempos muertos que éstos representan dejarán de afectar el proceso completo.
- El tiempo del elemento papeleo por cliente es un claro ejemplo de aquellos elementos que no pueden ser eliminados del proceso, mas pueden ser optimizados reduciendo al máximo su tiempo con la implementación de ciertas mejoras. Esto se puede comprobar notando el 49.86% que disminuyó su tiempo.

- Con la notable optimización de la actividad de papeleo gracias a las mejoras implementadas, se logró reducir el tiempo global del proceso de carga, de un tiempo promedio de 39:18.3 minutos, a uno de 26:28.8 minutos. Esto representa una reducción de un 32.63%.

A partir de ésta información y su respectivo análisis, los objetivos de ésta fase del proyecto se cumplieron satisfactoriamente, obteniendo los resultados esperados y superando las expectativas. Se cumplió con la finalidad primordial de optimizar el proceso de carga, así como cada una de las actividades que este comprende.

2.3 Proceso de almacenaje y sistema de *racks*

Esta etapa del proceso tienen como objetivo la implementación de un sistema de *racks* adecuado para las diferentes bodegas de la empresa, que ayude a optimizar el sistema de almacenaje actual, específicamente en cuanto espacio disponible en cada una de ellas y el método de almacenaje empleados.

A continuación se describe cómo se lleva a cabo el proceso de almacenaje actualmente, así como sus principales características, inconvenientes, ventajas y desventajas.

2.3.1 Métodos y sistemas de almacenaje

Actualmente, el 62.5% de las bodegas (5 de 8) cuenta con un sistema de *racks* implementado, con características particulares dependiendo de las exigencias y limitaciones principalmente en cuanto al espacio disponible para su instalación.

Las bodegas con éste sistema implementado son las de Productos Alimenticios, Cuarentena, Ácido Fosfórico, de Especialidades y de Solventes. De acuerdo con esto, el 80% de éstas bodegas cuenta con un sistema de *racks* del tipo “Selectivo” y el restante 20% con uno del tipo “*Drive-In*”. Esta última corresponde a la Bodega de Ácido Fosfórico.

Las bodegas que no cuentan con un sistema de *racks* implementado son las de Hidrosulfito de Sodio, Productos Agrofeed y la de Solventes. En todas ellas, el producto se almacena a piso, estibando un máximo de tres tarimas para el caso de la primera, y un máximo de dos tarimas para el caso de las últimas dos.

Figura 50. **Fotografías de Bodega Agrofeed no rackeada**



Fuente: propia.

En cuanto a la bodega de Hidrosulfito de Sodio, ésta no se encuentra rackeada debido principalmente a la muy limitada disponibilidad de espacio. El área de almacenaje es de aproximadamente 4x5 metros. Actualmente se almacenan alrededor de doce tarimas a piso, con una estiba máxima de tres tarimas cada una.

En caso de ser instalado un sistema de *racks* en esta área, la capacidad de almacenaje seguiría siendo la misma, ya que la estructura podría ser de un máximo de cuatro columnas con la misma limitación de estibas, ya que debido a las características del producto, aunque se almacene en *racks*, el número no puede ser de más de tres. Por lo tanto, la inversión en un sistema de *racks* para dicha área sería un gasto innecesario.

Con respecto a las otras dos bodegas, estas si disponen del espacio suficiente como para que sea factible la instalación de un sistema de *racks*, que optimice el espacio disponible para el almacenaje, favorezca el sistema de inventarios de la empresa y haga más seguro el proceso de almacenaje y despacho de productos.

En cuanto al tema económico, la carencia de *racks* representa un gran inconveniente, ya que las bodegas no se dan a basto debido al desaprovechamiento del espacio vertical, por lo que es necesario alquilar bodegas externas por mes para almacenar el producto restante. Esto representa un gasto innecesario significativo para el área de operaciones y logística, lo cual repercute a su vez en la situación general de la empresa.

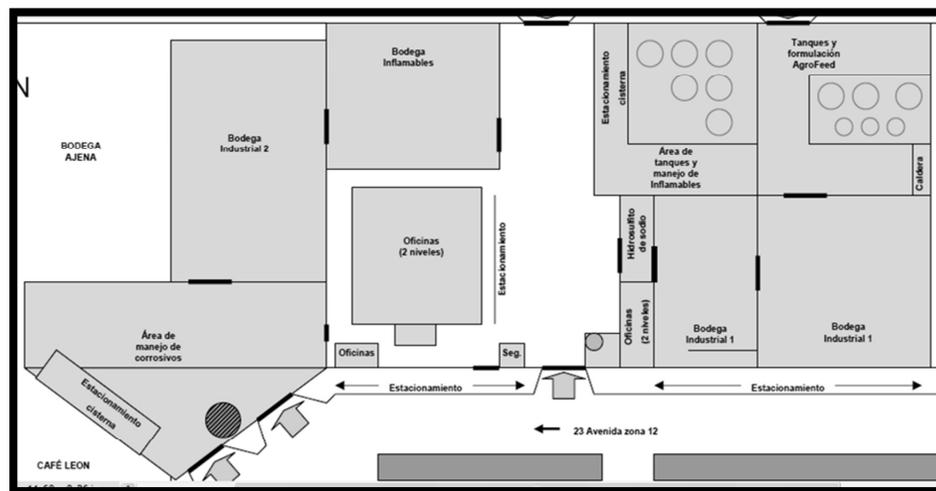
En cuanto al tema de practicidad y eficiencia, los operadores de montacargas tienen muchos inconvenientes con el sistema de almacenaje actual respecto a la ubicación de los productos y sus respectivos lotes, incluso en ocasiones despachando primero un lote más reciente debido a que no localizaron el correspondiente.

Esto empeora más aún cuando el OM2 cambia de turno con el OM1, ya que el OM2 fue el encargado de almacenar los productos el mes anterior, por lo cual el OM1 no conoce la ubicación exacta de los productos que necesita,

teniendo que comunicarse cada cierto tiempo con el OM1 y consultar sobre la ubicación de los mismos.

En la Figura 64 se presenta el diagrama de las instalaciones de la empresa, el cual muestra gráficamente la ubicación de cada una de las bodegas:

Figura 51. Diagrama general de terminal Petapa



Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

Esta etapa del proyecto contempla el rackeado de estas dos bodegas. Para la Bodega de Productos Agrofeed, el proyecto debe iniciar de cero, desde el proceso de cotización, pasando por los estudios respectivos de distribución de planta, hasta la compra e implementación del sistema de racks.

A continuación se presentan algunas de las características principales del sistema de almacenaje actual, así como las ventajas y desventajas que éste posee.

2.3.1.1 Características

Dentro de las características del proceso y sistema de almacenaje actual de la empresa se encuentran las siguientes:

- Sistema de almacenaje adecuado a las características de los productos que maneja la empresa.
- El OM2 es el responsable de llevar a cabo el proceso de almacenaje.
- El proceso de descarga está estrechamente relacionado con el de almacenaje.
- Las áreas o actividades paralelas dependen del OM2 para el retiro y almacenaje de los productos que elaboran y/o envasan.
- Las bodegas de la empresa están distribuidas físicamente en las instalaciones de la empresa de acuerdo con las características de peligrosidad y las propiedades químicas de los productos que almacenan.
- Los productos más delicados de manejar y almacenar son los inflamables, por lo que tienen designadas las dos bodegas más cercanas al patio principal. Estas dos bodegas son la de solventes y la del Hidrosulfito de Sodio.
- Los productos se almacenan de acuerdo al sistema de inventarios PEPS, debido a que los productos manejados están en la clasificación de perecederos.

- En la mayoría de las bodegas, el proceso de almacenaje es facilitado por los sistemas de *racks* implementados para la ubicación de los productos en las bodegas. Estos no solo ayudan a tener un mayor orden sino que favorecen la seguridad en el trabajo y el sistema PEPS de almacenaje.
- Tres de las ocho bodegas de la empresa no cuentan con un sistema de *racks* implementado, lo que genera ciertos problemas no solo de logística sino que también económicos para la empresa. Esto último ya que, debido a la disposición inadecuada de los productos en dichas bodegas, el espacio es sub-aprovechado, perdiendo una capacidad de almacenaje de hasta un 100% (en el caso de la bodega de productos Agrofeed).

Esto ocasiona que el jefe de operaciones deba alquilar bodegas ajenas a la empresa, fuera de esta, para almacenar el producto que no cabe en las propias, debiendo de pagar no solo el uso de la bodega sino el flete que se gasta en trasladar los productos almacenados en las bodegas externas hacia las bodegas de la empresa cuando éstas se desocupan.

2.3.1.2 Ventajas

Después del estudio inicial, se pudieron determinar las siguientes ventajas con las que cuenta el sistema de almacenaje actual:

- Clasificación de bodegas de acuerdo con características y requerimientos de seguridad de productos almacenados.
- Responsabilidades y tareas del proceso de almacenaje claramente establecidas.

- Sistema de *racks* implementado en la mayoría de bodegas favorece los métodos de almacenaje, requerimientos de seguridad y aprovechamiento del espacio disponible.
- Operadores de montacargas capacitados sobre el manejo de los productos que deben manipular, los métodos de almacenaje empleados y las características de los dos tipos de *racks* instalados en las bodegas, así como la forma correcta de almacenaje para cada uno de ellos.

2.3.1.3 Desventajas

El estudio inicial sobre el proceso de almacenaje también permitió determinar algunas de las desventajas que éste presenta. Las principales son:

- La falta de sistemas de *racks*, principalmente en la bodega de Productos Agrofeed, afecta notablemente la capacidad de almacenaje, hasta un 50%, desaprovechando el espacio vertical. En caso de implementar este sistema, el número de estibas máximas aumentaría de 3 a 5 o 6 estibas.

Figura 52. **Fotografías de método de almacenaje actual (3 estibas máximo)**



Fuente: propia.

- Las características de los productos almacenados representan ciertas limitantes para el proceso, no solo en cuanto al tema de seguridad debido a los riesgos que su manejo, traslado y almacenaje representan, sino porque éstas características determinan la ubicación de cada uno de los productos en las respectivas bodegas, limitando la distribución óptima del espacio.

Figura 53. **Fotografías de variedad de productos y empaques almacenados en Bodega Agrofeed**



Fuente: propia.

- La cantidad de asignaciones que el OM2 tiene, entorpece el proceso de almacenaje. Esto afecta mayormente a las actividades paralelas del área de Corrosivos e Inflamables, retrasando el proceso.
- La carencia de sistemas de *racks* en las bodegas de Soda Cáustica Líquida y de Productos Agrofeed, afectan directamente los métodos de almacenaje e indirectamente el proceso de carga. Esto ya que los productos no se pueden almacenar bajo el sistema de inventarios PEPS. Así mismo, esto repercute en el proceso de carga, ya que el tiempo que los OM requieren para encontrar un producto y su respectivo lote se incrementa debido al desorden de la bodega.

Figura 54. **Fotografías de dificultades de aplicación del método PEPS por falta de *racks* en Bodega Agrofeed**



Fuente: propia.

- La calidad de los productos ubicados en estas bodegas, también se ve afectada debido a las condiciones bajo las cuales se almacenan. Esto principalmente en cuanto al deterioro de los envases, debido al peso que éstos soportan al tener una o dos tarimas estibadas sobre ellos. Además, el que los OM deban maniobrar demasiado por esas áreas, favorece el riesgo de que los sacos o toneles sean rotos por las palas del montacargas, o sean botados al suelo.

2.3.2 Propuesta

La propuesta para esta etapa del proyecto, con la finalidad de lograr la optimización del sistema de almacenaje, consiste en la implementación de un sistema de *racks* adecuado para una de las principales bodegas de la empresa que aún no cuenta con uno, siendo ésta la de Productos Agrofeed.

Los objetivos a cumplir y beneficios resultados esperados son los siguientes:

- Implementar un sistema de *racks* en bodega de productos Agrofeed:
 - Optimizar el sistema de almacenaje actual.

- Permitir la organización adecuada de los productos a almacenar y adecuarlos para el sistema de inventarios PEPS empleado para su control y despacho.
- Aprovechar al máximo el espacio disponible en las bodegas respectivas.
- Favorecer los requerimientos de seguridad y calidad que conlleva el manejo de productos químicos.

- Realizar un estudio de distribución de planta:
 - Determinar las dimensiones y características del área en la que se instalará el equipo.
 - Establecer el tipo de *rack* óptimo para la bodega, de acuerdo con las limitaciones de espacio y las características del producto a almacenar.
 - Proponer la distribución final para la instalación del equipo en la bodega.

- Llevar a cabo el proceso de cotización adecuado (páginas 169-179):
 - Determinar la mejor oferta tanto de precio como de las características del equipo a adquirir, para minimizar la inversión necesaria y optimizar los beneficios esperados.
 - Establecer, junto con los proveedores y el departamento CASA, la distribución final óptima, en base a las características del equipo seleccionado y del área de la bodega.

Para cumplir con los objetivos descritos anteriormente y alcanzar los resultados esperados, se llevaron a cabo una serie de estudios y acciones, las cuales presentan a continuación.

2.3.2.1 Estudios de distribución de planta

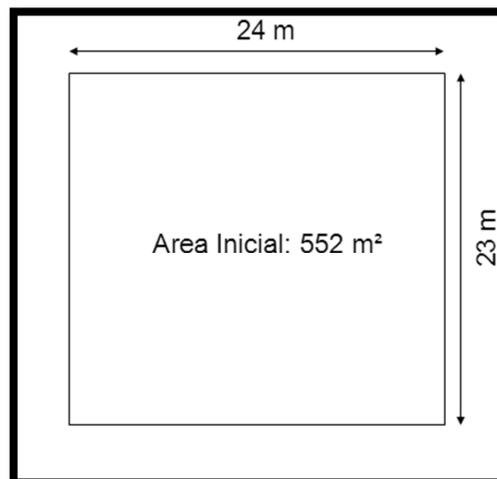
Estos estudios fueron realizados directamente en la bodega de Productos Agrofeed, con la finalidad de determinar la disponibilidad de espacio y posteriormente establecer la manera óptima de instalación del sistema de *racks*. Así mismo, estos estudios permitieron determinar el tipo de *racks* más adecuado para las características de espacio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio inicial, tanto de las mediciones como de las consideraciones a tomar en cuenta para la realización de esta fase del proyecto.

Dimensión y medición de espacio disponible

Inicialmente, se procedió a determinar las dimensiones de la bodega, llevando a cabo una medición general del espacio cuadrado disponible. Los resultados son los mostrados en la Figura 55:

Figura 55. **Dimensión inicial de bodega de productos Agrofeed**



Fuente: elaboración propia.

Esta actividad además permitió determinar una altura de 6 metros como el máximo espacio vertical utilizable para la instalación del sistema de *racks*, que no afecte o sea afectado por las características del techo de la bodega. Esta altura también es la máxima a la que puede estar estibada una tarima para que el montacargas pueda extraerla sin incurrir en riesgos para su operador.

Con esta información, se procedió a realizar un análisis sobre las normas de distribución de planta estipuladas en los reglamentos bajo los cuales se rige la empresa, para determinar si existía alguna restricción sobre la instalación de estructuras dentro de las bodegas de almacenaje. De esta manera, se determinaron las siguientes condiciones:

- Largueros y postes de alta resistencia.
- Estructura con capacidad mínima de un 10% sobre el peso estimado total de la carga a soportar.
- Espacio entre la pared de la bodega y la estructura con un mínimo 60 centímetros de ancho, por donde quepa fácilmente una persona, para que en caso de emergencia, ésta pueda evacuar el área rápidamente. Este espacio también debe permitir el fácil acceso para la limpieza del derrame de algún producto ya sea líquido o sólido.
- Pasillos con un ancho mínimo de 2 veces el ancho del montacargas y de 1.5 veces su largo, para que éste pueda maniobrar libremente cuando realice las tareas de almacenaje y/o retiro de producto.

- La distribución de la estructura debe contemplar las áreas designadas para el equipo contra derrames y los dispositivos de emergencia (alarma contra incendios, extintores, etc.), permitiendo que sean de fácil acceso.
- Postes protectores en las esquinas de las estructuras, para protegerlas de cualquier golpe por parte del montacargas, para evitar que sufra daños que puedan causar su deterioro o incluso, que puedan ocasionar un accidente debido al peso que deben soportar.
- Estructuras pintadas con colores visibles en el entorno que los rodea, para que sean fáciles de distinguir por los operadores de montacargas y cualquier otra persona que ingrese al área.
- Espacio suficiente entre cada estructura, con cierto grado de holgura que permita variaciones tanto de volumen de carga como peso.
- Cada casilla individual de la estructura debe poseer la característica de independencia del resto de la estructura, para que cualquier circunstancia o eventualidad en las casillas aledañas no le afecte.

De las condiciones anteriores, la única que se vio modificada fue la del espacio mínimo entre la estructura y la pared. Esto debido a que ésta restricción está estipulada para áreas estrechas, en donde el pasillo puede ser bloqueado fácilmente, y el personal que se encuentre adentro debe contar con una ruta de evacuación alterna.

En el caso particular de las bodegas de la empresa, estas cuentan con pasillos suficientemente anchos por los que transitan los montacargas. Además, se cuenta con las rutas de evacuación y el equipo de emergencia respectivo,

para que en caso de emergencia, el personal se encuentre seguro y, de ser necesario, pueda evacuar el área fácilmente.

Figura 56. **Fotografías de ancho de pasillos en distribución de bodegas actual**



Fuente: propia.

En cuanto a la limpieza de algún derrame, no sería seguro que el personal transite en un espacio tan estrecho y sin mucha capacidad de movilidad, optando por el retiro del producto derramado por medio del montacargas, para posteriormente proceder a la limpieza del área desde el pasillo principal.

Por las razones anteriores, esta restricción queda sin validez, y únicamente se dejará un espacio mínimo requerido de 20 centímetros entre la pared y la estructura, el cual permite la holgura suficiente para inconvenientes de espacio en las estanterías, movimientos telúricos que puedan ocasionar la colisión entre ambas estructuras, etc.

Aspectos físicos y de seguridad a considerar en bodegas

Además de las condiciones anteriores, se establecieron ciertas restricciones y limitaciones de seguridad y capacidad del equipo. Dentro de ellas se encuentran las siguientes:

- Limitaciones de altura, espacio y seguridad:
 - La altura máxima de las estanterías hasta su última casilla es de 5m.
 - Los pasillos deben ser convergentes a la ruta de evacuación y de fácil acceso al exterior.
 - En cuanto a la seguridad industrial, la altura máxima no debe sobrepasar los 5m, debido a que el contrapeso del montacargas, después de esa altura, no es suficiente para contrarrestar el torque producido.

- Equipo de seguridad y emergencia:
 - Las áreas designadas para el equipo de seguridad y emergencia pueden ser modificadas y reubicadas, mas no reducidas en número.
 - De ser necesaria, el número de áreas designadas para estos equipos aumentará proporcionalmente a las nuevas limitaciones de espacio.

- Equipo de seguridad:
 - El mínimo requerido para la instalación del sistema de *racks*, es el siguiente: guantes de cuero, casco, lentes de seguridad, arnés de seguridad para trabajos en altura, uniforme de trabajo y chaleco reflectivo.

- Mantenimiento:
 - El mantenimiento mínimo que se le debe dar a la estructura incluye: pintura y revisión de tornillería en general de postes y largueros.

- Este servicio se debe realizar aproximadamente cada 18 meses, dependiendo siempre de las condiciones de uso de la estructura.
- Operarios:
 - El personal que opera los montacargas en el área, debe estar debidamente capacitado para estibar y maniobrar en estos tipos de *racks*, especialmente en los del tipo *drive-in*.

2.3.2.2 Proceso de cotización

El proceso de cotización se inició desde cero, tomando en cuenta las condiciones dictadas tanto por el estudio de distribución de planta realizado con anterioridad, como por las restricciones y limitaciones de los aspectos físicos y de seguridad de las instalaciones.

Previo a solicitar las cotizaciones a los respectivos proveedores, se realizó una propuesta inicial tanto del tipo de sistema de *racks* a implementar, como de la distribución óptima del mismo en el espacio disponible.

A continuación se presentan dichas propuestas, el proceso de cotización como tal, su respectivo análisis y la elección final del equipo, la distribución y su respectivo proveedor.

Propuesta de sistema de *racks*

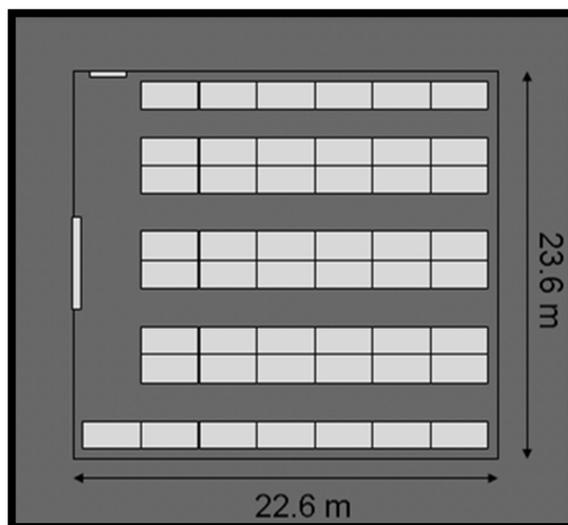
Para la elección del tipo de sistema de *racks* a implementar, se llevó a cabo un análisis de las características básicas que éste debía cumplir, para permitir un proceso de almacenaje óptimo y un aprovechamiento del espacio disponible.

Dentro de los requerimientos básicos con los cuales el sistema de *racks* debe cumplir se encontraron los siguientes:

- Fácil control de inventarios
- Favorecimiento del sistema de rotación de inventarios PEPS empleado para el almacenaje de productos en las bodegas
- Gran variedad de productos a almacenar
- Acceso directo a todas las tarimas o pallets
- Flexibilidad de carga, tanto en peso como en volumen

Todas estas características corresponden prácticamente a la descripción del *rack* tipo selectivo. Esto hace más sencilla elección del equipo y favorece significativamente el proceso de cotización. Tomando en cuenta las mediciones iniciales, se planteó la distribución óptima según el siguiente diagrama:

Figura 57. **Diagrama inicial propuesto para distribución de *racks* en bodega de productos Agrofeed**



Fuente: elaboración propia.

En la izquierda del diagrama, se muestra la entrada a la bodega, la cual queda en dirección de los pasillos ubicados entre cada una de las estanterías. Todas ellas están ubicadas paralelamente una de la otra, tratando de aprovechar al máximo el espacio disponible, dejando una vía de evacuación suficientemente amplia hacia ambas salidas.

Con estos dos parámetros establecidos, el proceso de cotización podía continuar, dando paso a la negociación directa con los proveedores. A continuación se describe la manera en que se desarrolló el proceso de cotización en sí y cómo se interactuó con los proveedores para obtener sus propuestas y estimaciones de precios.

Solicitud de cotizaciones a proveedores

Esta etapa del proceso se inició con la búsqueda y contacto inicial con los posibles proveedores del equipo a instalar. Se consultó con el jefe de operaciones sobre los proveedores contactados anteriormente para cotizar y adquirir los sistemas de *racks* ya implementados, con la ventaja de tener una relación previa y conocer su forma de trabajo.

Después de consultar, el jefe de operaciones proporcionó la información básica de los dos principales proveedores con los que había trabajado anteriormente, siendo estos Grupo Mimsa y Logis de Centroamérica.

Inicialmente, por medio de correo electrónico, se hizo la solicitud oficial de la cotización del equipo requerido a ambos proveedores, proporcionándoles información sobre las características generales deseadas, así como aquellas de los productos a almacenar (peso, volumen, cantidad, etc.) y las exigencias de seguridad de la empresa.

Así mismo, se solicitó que las cotizaciones contuvieran las principales características del equipo ofrecido, así como los precios del mismo y los costos de transporte e instalación. La información general proporcionada fue:

- Área útil de 533.6 m² (23.6m x 22.6m)
- Altura máxima de estructura de 6 metros
- Postes y largueros de alta resistencia
- Peso máximo por tarima de 1,100 kg
- *Rack* del tipo selectivo
- 8 estanterías colocadas en paralelo (según diagrama)
- Pasillos entre estanterías con un mínimo de 2 metros de ancho
- Colores del equipo visibles y distinguidos claramente del entorno

En base a los requerimientos planteados, se obtuvieron las siguientes propuestas y especificaciones del equipo por parte de los proveedores:

- *Racks* del tipo selectivo como se muestra en la Figura 58:

Figura 58. **Fotografía de *rack* tipo selectivo**



Fuente: propia.

- Postes de *Racks*:
 - De 2.3 mm de espesor para los marcos de 5.60 metros de altura
 - De 1.8 mm de espesor para los marcos de 4.20 metros de altura (frente de 80 mm en ambos casos)

- Largueros de alta resistencia de 110 mm de alto.

- Total de marcos y largueros para instalar sistema de *racks* de acuerdo a especificaciones de Tabla XXVI:

Tabla XXVI. **Especificaciones de marcos y largueros de *rack* selectivo**

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	48	Marco de 5.60 m x 0.90 m poste de 80 mm x 70 mm x 2.3 mm
2	32	Marco de 5.60 m x 0.90 m poste de 80 mm x 1.8 mm
3	472	Larguero de 2.70 mm C/C 110 x 50 x 1.5mm
4	160	Pernos de anclaje de 4" x ½"

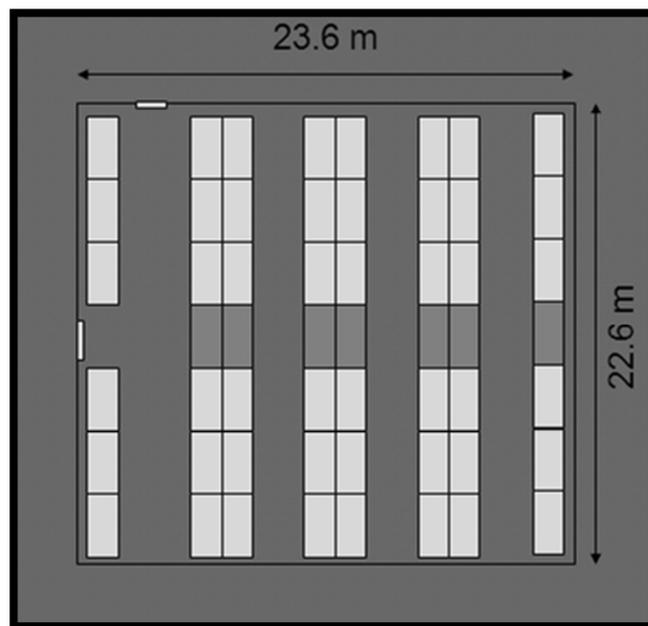
Posteriormente, en conjunto con los proveedores y el personal del departamento CASA (Calidad, Seguridad y Ambiente), se logró proponer otra opción de distribución e instalación para el sistema de *racks*, basada en los siguientes enunciados:

- Distancia mínima a recorrer por cualquier persona que se encuentre en cualquier punto dentro de las instalaciones, en relación con las características del área y de la distribución de las estructuras a instalar.
- La distribución de la estructura a instalar se debe acoplar a las rutas de evacuación y no al revés.
- Los pasillos sin salida o con tope deben tener la menor longitud posible, para permitir una fácil y rápida evacuación del personal en caso de emergencia.

- Vías de acceso al exterior completamente despejadas y libres, sin verse obstruidas por las estructuras o cualquier otro equipo a instalar dentro del área.
- En caso de contar con estructuras de más de cinco metros de altura, éstas deben estar sujetadas hacia un punto fijo resistente (paredes, otra estructura similar para darse apoyo mutuo, etc.), para obtener la estabilidad y resistencia suficiente.

En base a lo planteado anteriormente, se logró realizar una segunda propuesta para la instalación del nuevo sistema de *racks*. Con esto, se tendrá un parámetro de comparación, para poder determinar cuál de las dos propuestas es la óptima. En la Figura 59 se muestra el diagrama propuesto:

Figura 59. **Segunda propuesta para distribución de *racks* en bodega de productos Agrofeed**



Fuente: elaboración propia.

Con este segundo diagrama, se logra no solo plantear una distribución válida para el sistema de *racks* a implementar, sino que se logra un buen aprovechamiento del espacio disponible. Además, se cumple con la condición de una longitud de pasillos mínima, permitiendo rutas de evacuación más rápidas y eficientes.

Esto se logró con la división por la mitad de los pasillos del primer diagrama, con un puente en el medio que le proporciona estabilidad y resistencia a ambas estructuras.

Finalmente, se puede observar que las rutas de acceso al exterior o puertas de la bodega se encuentran totalmente despejadas, sin obstrucción alguna por parte de la estructura. Con esta información se procedió a realizar las respectivas propuestas a los proveedores.

Análisis y comparación de ofertas

Planteadas las dos propuestas de instalación para el sistema de *racks*, se procedió a darle seguimiento al proceso de cotización. Para ello, se tomaron en cuenta las características básicas del sistema de *racks* tipo selectivo y se solicitó información sobre si se verían afectadas las características y precios proporcionados inicialmente.

La respuesta por parte de los proveedores fue pronta, ya que se había tenido comunicación con ellos desde unas semanas atrás. Ambos proveedores visitaron la empresa, para tener un intercambio de información más directo tanto de las necesidades propias como de sus propuestas o soluciones.

El tema principal a tocar fue la información sobre las características del equipo y su capacidad, para obtener parámetros de comparación entre ambas distribuciones. Dentro de éstas características se encontraba la capacidad de peso que cada una de ellas podía soportar. Con respecto a este tema, independientemente de la distribución, ambas estaban diseñadas para una misma capacidad, por lo que no era un parámetro de comparación.

Seguido de esto, se encontró un factor que podía ser determinante para la elección de una u otra distribución, siendo ésta la capacidad de número de tarimas a almacenar que permitía cada una de ellas. Los datos proporcionados por los proveedores fueron los siguientes:

- Alternativa # 1: capacidad de 532 tarimas o espacios
- Alternativa # 2: capacidad de 600 tarimas o espacios

Finalmente, se estableció que el equipo conservaría las características propuestas por los proveedores, tanto en material, dimensiones, elementos y accesorios, etc., siempre acoplándolo a la nueva distribución. Seguidamente, los proveedores hicieron sus propuestas finales de estimación de precios, de las cuales, se obtuvieron los siguientes datos:

- Grupo MIMSA: US\$ 32,040.96 incluye IVA (Q257,363.88)
- Logis de C.A.: US\$ 34,863.27 incluye IVA (Q280,033.64)
(TC: Q8.03234/US\$1)

Nota: ambas cotizaciones contemplan una garantía de 3 años. En los precios solicitados, se incluyeron los costos tanto de transporte del equipo a la empresa, como los costos de instalación.

Ambas alternativas contemplan variaciones mínimas tanto material como en transporte y mano de obra, una respecto de la otra. En caso de elegir la Alternativa # 1, se procedería a hacer una re-cotización, para determinar el precio estimado adecuado para la misma.

Selección final de sistema de *racks*

Posteriormente a todo el proceso de cotización, y de las respectivas comparaciones entre ambas alternativas de distribución del equipo, se tomó una decisión final.

Primeramente, se estableció que el sistema de *racks* a instalar sería del tipo “selectivo”, ya que éste cumplía por completo las necesidades y exigencias del área de almacenaje en cuestión, debido a sus características mencionadas con anterioridad. Estas cumplen en un 97% con las características óptimas de la estructura requerida, por lo que claramente es la elección correcta.

Con respecto a la elección de la distribución óptima del sistema de *racks*, se procedió a analizar la comparación de datos y características de ambas propuestas. Finalmente, se procedió a elegir la Alternativa # 2 como la opción óptima para la distribución del equipo en la bodega, debido a las siguientes razones:

- Esta alternativa tiene capacidad de almacenaje de 600 tarimas, un 11.33% más que la capacidad de la Alternativa # 1.
- El carril del centro permitirá una mayor y más fácil accesibilidad y evacuación a/o del área, debido a que los pasillos a recorrer son más cortos que los de la primera alternativa.

- En cuanto al tema de seguridad, las rutas de evacuación de los pasillos convergen haciendo las distancias más cortas hacia la salida de emergencia. La primera alternativa en cambio, a pesar que un propone pasillo en común, éste se encuentra en uno de los extremos de la distribución, por lo que es mucho menos práctico evacuar el área en esas condiciones.
- Los puntos de acceso/evacuación del área están completamente despejados, y a una distancia de no más de 20 metros del punto más lejano, reduciéndose conforme la ubicación en las filas. En cuanto a la Alternativa # 1, esta distancia prácticamente la misma para todas las filas.
- Con esta alternativa, se logra un aprovechamiento óptimo del espacio disponible en la bodega, no solo por su mayor capacidad, sino que porque permite la libre circulación de personas y principalmente del montacargas a través de la estructura

En la primera alternativa, los espacios eran un poco más reducidos, estando limitados por el espacio del corredor principal.

Por último, se llevó a cabo la decisión del proveedor del equipo en cuestión. Debido a que ambos cumplen con todas los requerimientos de calidad y seguridad, éste no podía utilizarse como un parámetro de comparación.

De igual manera, los beneficios y ofertas de ambos eran prácticamente las mismas, principalmente en cuanto al transporte del equipo y su instalación, así como del la garantía del equipo.

Por lo anterior, la elección del proveedor se basó en el parámetro del precio estimado de venta del equipo. Obviamente, la decisión fue bastante sencilla, eligiendo a Grupo MIMSA como el proveedor del equipo debido a que el costo de su equipo fue un 8.10% menor al de Logis de C.A.

2.3.2.3 Propuesta final

A continuación se detallan las características finales del sistema a instalar, así como la distribución final que tendrá y el proveedor que proporcionará el equipo.

Nuevo sistema de *racks*

El nuevo sistema de *racks* cumple con las características citadas a continuación:

A) Características

- *Rack* del tipo “selectivo”
- Capacidad de almacenaje de gran variedad de productos
- Capacidad por espacio en estantería de 1,100 kilogramos
- Espacio para almacenaje de 600 tarimas
- Postes y largueros de alta resistencia
- Postes de *Racks*:
 - De 2.3 mm de espesor para los marcos de 5.60 metros de altura
 - De 1.8 mm de espesor para los marcos de 4.20 metros de altura (frente de 80 mm en ambos casos)
- Largueros de 110 mm de alto

- Total de marcos y largueros para instalar sistema de *racks*, de acuerdo a especificaciones presentes en Tabla XXVII:

Tabla XXVII. **Total de marcos y largueros de nuevo sistema de *racks***

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	48	Marco de 5.60 m x 0.90 m poste de 80 mm x 70 mm x 2.3 mm
2	32	Marco de 5.60 m x 0.90 m poste de 80 mm x 1.8 mm
3	472	Larguero de 2.70 mm C/C 110 x 50 x 1.5mm
4	160	Pernos de anclaje de 4" x 1/2"

- Distribución de estructuras con pasillos cortos y convergentes a un pasillo central
- Altura máxima de almacenaje de 5 metros
- Costo total del equipo (tomando en cuenta transporte e instalación, así como 3 años de garantía) de US\$ 32,040.96 (IVA incluido)
- Proveedor: Grupo MIMSA

B) Ventajas

Las principales ventajas que se obtendrán de la implementación del sistema de *racks* en la bodega de productos Agrofeed son las siguientes:

- Actualmente, la capacidad de almacenaje de la bodega es de 300 toneladas. Con la implementación del sistema de *racks*, ésta capacidad se aumenta en un 100%, permitiendo almacenar 600 toneladas de producto.
- Durante el año 2009 se gastaron aproximadamente US\$44,700.00 en almacenaje externo y transporte. Esto corresponde a 39% más del costo

de la compra e instalación de los *racks*, por lo que la inversión se recuperaría en un plazo aproximado de entre 8 y 9 meses.

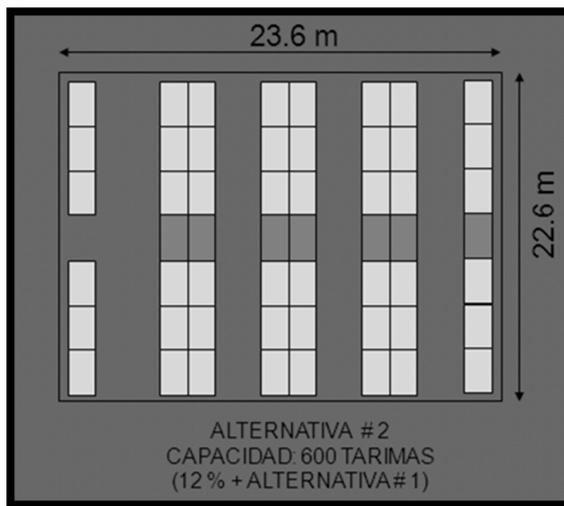
- El sistema de *racks* permitirá una mejor segregación de los productos almacenados, así como una mejor estiba de los mismos, evitando deterioro tanto de las tarimas como del producto. Así mismo, se tendrá acceso directo a todas las tarimas o *pallets*.
- Habrá una mayor eficiencia por el posicionamiento de los pasillos con un carril al centro, por lo cual el montacargas tendrá más accesibilidad entre los mismos.
- En cuanto al tema de seguridad, las rutas de evacuación los pasillos convergen haciendo las distancias más cortas hacia la salida de emergencia.
- Se favorecerá el control de inventarios y el método PEPS empleado como sistema de rotación.
- Gran variedad de productos a almacenar, así como una notable flexibilidad de carga, tanto en peso como en volumen.
- Se estima una período de vida útil de entre 5 y 7 años para el sistema de *racks*. Esto puede variar dependiendo las condiciones de uso y el producto almacenado.
- El personal que opera los montacargas se encuentra capacitado para estibar en estos tipos de *racks*, debido a que ya han sido implementados

en otras bodegas. La certificación de manejo de montacargas de los operadores está vigente.

Distribución propuesta

La distribución final propuesta para el sistema de *racks* se muestra en la Figura 60, la cual está basada en la cotización proporcionada por Grupo MIMSA, con un valor total de US\$ 32,040.96 (IVA incluido).

Figura 60. **Distribución final propuesta para nuevo sistema de *racks***



Fuente: elaboración propia.

2.4 Proceso de entamborado

La tercera y última etapa del proyecto consiste en la automatización del proceso de entamborado. Esto, ya que las condiciones y métodos actuales de trabajo requieren de un alto porcentaje de involucramiento de mano de obra para llevar a cabo las palabras que conforman el proyecto.

2.4.1 Análisis de situación actual

A continuación se realiza un breve análisis del proceso y las actividades que se realizan, determinando sus características y los inconvenientes que presentan cada una de ellas, así como sus principales ventajas y desventajas.

2.4.1.1 Análisis del proceso

Como se mencionó anteriormente (páginas 89-90), el proceso de entamborado actualmente requiere de un gran involucramiento de la mano de obra para poder ser realizado. Esto va de la mano con el objetivo principal de esta etapa del proyecto, en la cual se desea automatizar por completo el proceso, minimizando el involucramiento de la mano de obra en el mayor porcentaje posible.

En cuanto a la actividad de trasiego de producto de cisternas a tanques y viceversa, al igual que la elaboración de mezclas, éste no se ve afectado significativamente por la falta de automatización en el área, ya que ésta se lleva a cabo en su mayoría de manera semiautomática.

La actividad de llenado de recipientes con producto es la más crítica de todo el proceso, ya que es la que requiere un mayor involucramiento de la mano de obra de todas las demás actividades.

A continuación se presentan algunas de las ventajas y desventajas que caracterizan al proceso actual:

Ventajas

Dentro de las principales ventajas del actual proceso de entamborado y la manera en que éste se lleva a cabo, están las siguientes:

- Interacción directa de los operadores con el proceso.
- Empleados capacitados para realizar la operación con un mínimo de tecnología, por lo que la falta de ella no llegaría afectarles considerablemente.
- Seguimiento del proceso en un 100%, por lo que todas las actividades son supervisadas permanentemente.
- Condiciones aceptables de seguridad en el trabajo.
- Procedimientos previamente establecidos.

Desventajas

Así mismo, el proceso actual también cuenta con ciertas desventajas sobre las cuales se trabajará, por medio de estudios de distribución de planta y ergonomía, así como la aplicación de herramientas como diagramas de flujo de proceso, para eliminar la mayor cantidad posible de ellas y minimizar los efectos de aquellas que no puedan ser eliminadas. Éstas son:

- Necesidad de involucramiento excesivo de mano de obra para llevar a cabo el proceso, por lo que éste está bastante sujeto a errores humanos, y limitado por las capacidades de los operarios que intervienen en el mismo.
- Proceso propenso a ser afectado por errores humanos, debido a la intervención permanente de los operadores, así como mayor riesgo de que ocurra un accidente.

- Dependencia del OM2 para el retiro de tarimas listas y abastecimiento de tarimas vacías. A su vez, el OM2 depende de la carga de trabajo que tenga en el resto de áreas a las que atiende, así como del proceso de descarga que le corresponde.
- Proceso considerablemente variable y con cierta desviación de los procedimientos establecidos debido al factor humano.
- Factores de seguridad en el trabajo no óptimos, debido que a mayor involucramiento del personal, mayor probabilidad de que ocurra un accidente.
- Condiciones de ergonomía en el trabajo considerablemente deficientes, debido a la gran cantidad de actividades y esfuerzos que los operadores deben realizar para llevar a cabo el proceso. Esto principalmente por las actividades de levantamiento y rodamiento de tambores, manipulación excesiva de la lanceta, y colocación final de tambor en su respectiva tarima.
- Proceso en general no óptimo debido a falta de automatización de las actividades que lo conforman.

2.4.1.2 Diagrama de flujo

Con la finalidad de observar de una manera más clara y sencilla el proceso de entamborado actual, se llevó a cabo una representación gráfica del mismo, por medio de un diagrama de flujo, mostrado en la Figura 61 a continuación:

Figura 61. Diagrama de flujo – proceso de entamborado

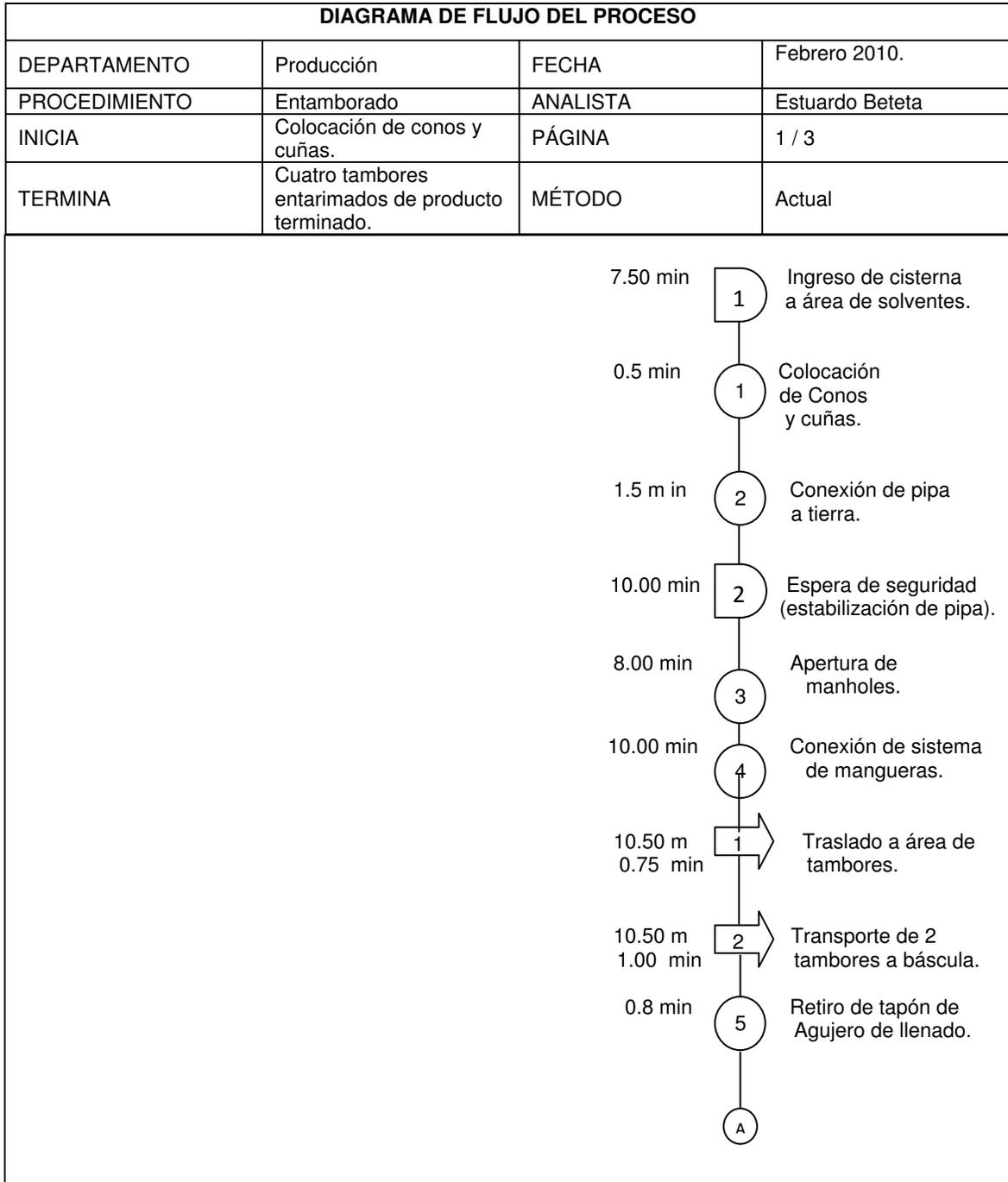


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

DEPARTAMENTO	Producción	FECHA	Febrero 2010.
PROCEDIMIENTO	Entamborado	ANALISTA	Estuardo Beteta
INICIA	Colocación de conos y cuñas.	PÁGINA	2 / 3
TERMINA	Cuatro tambores entarimados de producto terminado.	MÉTODO	Actual

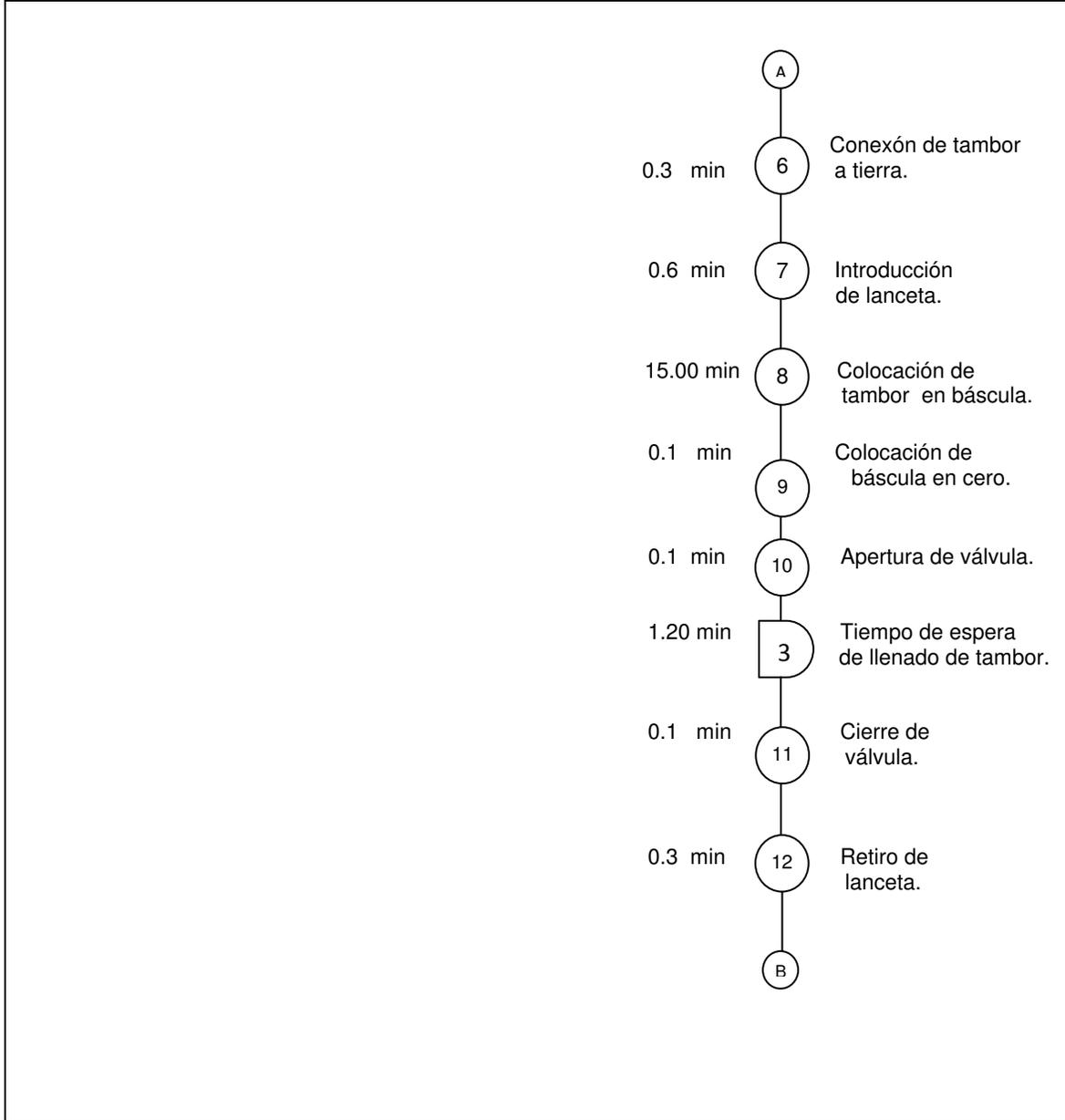
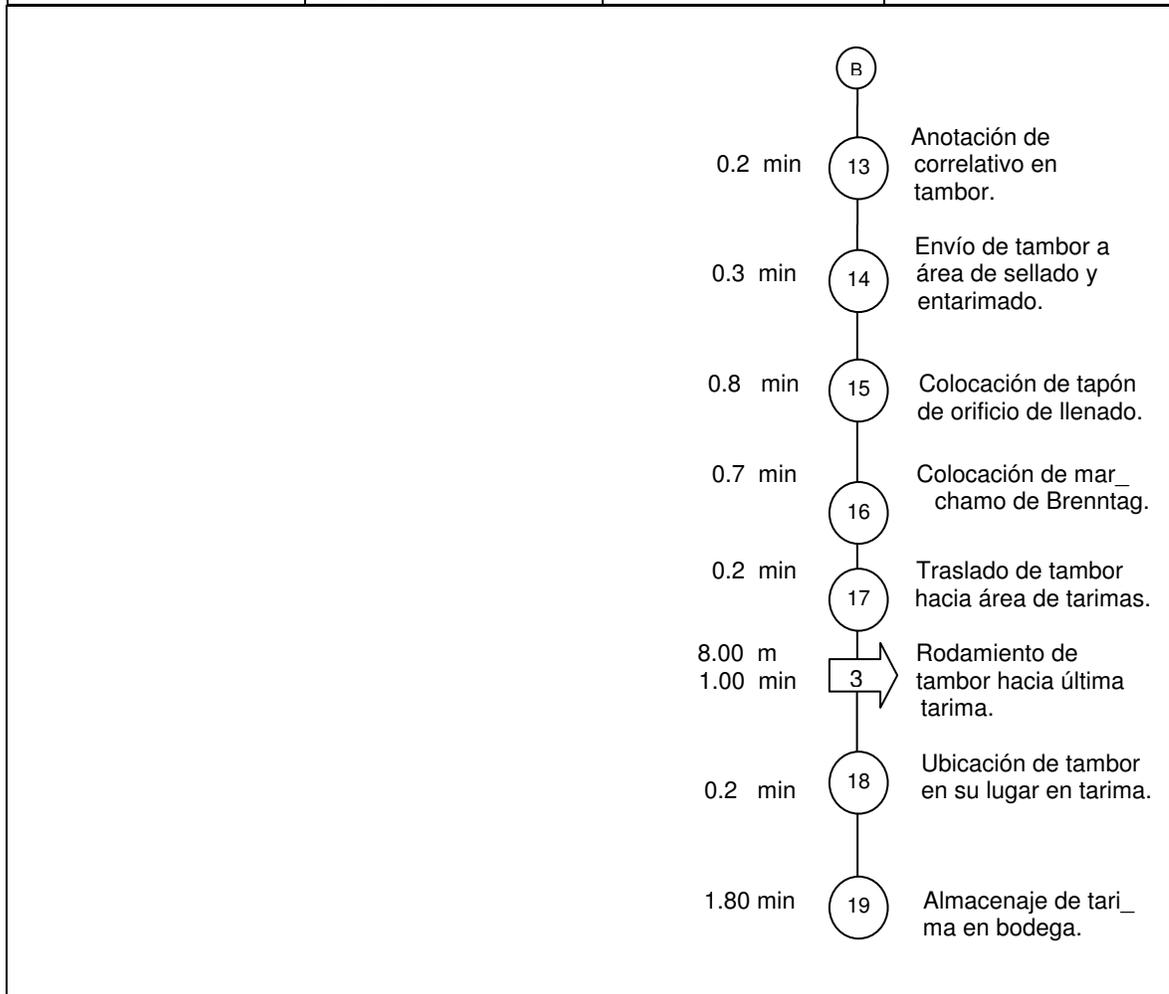


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
DEPARTAMENTO	Producción	FECHA	Febrero 2010
PROCEDIMIENTO	Entamborado	ANALISTA	Estuardo Beteta
INICIA	Colocación de conos y cuñas.	PÁGINA	3 / 3
TERMINA	Cuatro tambores entarimados de producto terminado.	MÉTODO	Actual



RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA (m)
OPERACIONES	19	41.50	-----
TRANSPORTES	3	2.75	29.00
DEMORAS	3	18.7	-----
TOTAL		62.95 min	29.00

Fuente: elaboración propia.

2.4.1.3 Maquinaria y equipo

Actualmente, el área de solventes y, por consiguiente, el proceso de entamborado, cuenta con la maquinaria y equipo básicos para el desarrollo de las actividades. El proceso particular del llenado de tambores emplea dos equipos o máquinas para poder ser llevado a cabo.

Estas son la máquina llenadora que se encarga, como su nombre lo indica, del llenado de recipientes con producto, y un sistema de rodillos, por medio del cual los tambores llenos son rodados un pequeño tramo hacia el punto donde se encuentran las tarimas.

A continuación se proporciona información más detallada sobre estos dos equipos, sus características principales y la manera en que son empleados actualmente para desarrollar el proceso.

Máquina de llenado

Este equipo consiste en un tablero de mandos por medio del cual el operador ingresa los datos deseados y da la indicación respectiva de velocidad de llenado. Así mismo, permite la tara de los recipientes a ser llenados y el reinicio de la báscula al momento de colocar un nuevo tambor vacío.

Este tablero está conectado, por medio de sensores, a dos tuberías por donde pasa el producto; una de entrada y otra de salida. Por medio de la primera tubería, el producto ingresa a la red de tuberías conectadas a la llenadora, logrando así la medición exacta del producto despachado.

Figura 62. **Fotografías de máquina de llenado actual – proceso entamborado**



Fuente: propia.

La segunda tubería sirve de conexión entre la máquina llenadora y otra de sus partes más importantes, la lanceta. Por medio de esta última, el producto es trasladado hacia el interior del recipiente. Esta cuenta con un sistema de válvulas que facilita al operador permitir o no el paso del producto hacia el recipiente de acuerdo a sus necesidades.

Adicionalmente, este equipo trabaja conjuntamente con el “cuenta-galones”, el cual puede servir de reemplazo de la báscula para llevar el control de cuanto producto está siendo depositado en el recipiente. Generalmente, ambos equipos (báscula y cuenta-galones) son utilizados simultáneamente, empleando cada uno con diferentes fines.

Sistema transportador de rodillos

Este equipo tiene como finalidad el transporte de los tambores llenos desde el punto de llenado hacia la cama de tarimas. Consiste en un sistema mecánico de rodamientos de metal galvanizado, de aproximadamente 3.5 metros de largo y 1 metro de ancho, con capacidad para soportar fácilmente los 200 kilogramos máximo que puede llegar a pesar un tambor lleno de producto.

Figura 63. **Fotografía de sistema de rodillos actual – proceso de entamborado**



Fuente: propia.

Está dividido en dos secciones, una de aproximadamente 94 centímetros de largo y la otra de 2.56 metros de largo. La sección más pequeña está diseñada para colocarse sobre la báscula, la cual se tara en cero tomando en cuenta el peso de la sección de rodillos, para posteriormente colocar el tambor, llenarlo y poder desplazarlo fácilmente hacia el otro operario con un esfuerzo mínimo.

2.4.1.4 Estudio de ergonomía y seguridad

Para la realización de este estudio, se llevó a cabo un estudio previo de campo, por medio del cual se lograron determinar los factores, tanto positivos como negativos, de ergonomía y seguridad que actualmente están presentes en el proceso de entamborado.

El estudio de campo se inició con la observación diaria (durante 5 días) del proceso de entamborado (sin involucrarse en el proceso), repetido

aproximadamente 2 veces al día. En esta etapa se buscaba determinar los factores y elementos de ergonomía involucrados en el proceso, documentando lo observado.

Seguidamente, se observó y documentó el proceso durante cinco días más, teniendo ya una interacción con los operarios durante la realización del mismo. Esto con la intención de obtener información más directa y real de porqué algunas actividades se llevan a cabo de la manera en que lo hacen (movimientos, posturas, EPP utilizado, etc.), así como más detalles que permitieran llevar a cabo un mejor análisis.

Simultáneamente a la obtención de estos datos, se aprovechó la oportunidad para medir tiempos y determinar el flujo del proceso para poder realizar el respectivo DFP.

Finalmente, se llevó a cabo la tabulación y análisis de los datos obtenidos durante los diez días de observación, para lograr así determinar los factores representativos del proceso y así poder plasmar con la información más cercana a la realidad posible lo que el proceso representa en la actualidad.

A continuación se presentan los principales factores tanto de ergonomía como de seguridad que se obtuvieron a raíz del análisis anteriormente mencionado, así como la forma en que éstos influyen tanto en el proceso como en los operadores que lo llevan a cabo.

Factores de ergonomía

Se tomaron como base los factores de riesgo en el trabajo, que pueden ser posibles causas de malestar, agotamiento e incluso de lesiones, y que

puedan incluso llegar a poner en riesgo la integridad física y mental de los operarios. A raíz del estudio, se recopiló la siguiente información:

- **Características físicas de la tarea**

- Posturas: las posturas fijas adoptadas generalmente por los operadores, principalmente por el OS1, es con los brazos levantados a unos 30° sobre la horizontal de los hombros.

Esto ya que deben sostener el tambor y/o la lanceta hasta que concluya el llenado a una altura aproximada de 1.5 metros sobre el suelo.

- Efectos: fatiga considerable de brazos y principalmente de hombros, así como en las piernas y pies.

- Fuerza: este factor aplica a ambos operadores en diferentes proporciones. El OS1 debe aplicar una cantidad moderada de fuerza tanto para subir el tambor vacío a la carrilera como para empujar el tambor lleno de producto sobre la carrilera hacia donde se encuentra su compañero.

El OS2 realiza un esfuerzo bastante grande principalmente cuando procede a ubicar los tambores en su espacio en cada una de las tarimas. Esto ya que debe rodar dicho tambor desde el final de la transportadora de rodillos hasta la última tarima vacía de la hilera.

- Efectos: fatiga del OS1 debido al levantamiento y empuje constante de peso. En cuanto al OS2, se presenta fatiga considerable y posibles lesiones (del miembro superior y lumbalgia) y/o accidentes.

- Repeticiones: el OS1 realiza la operación repetitiva de recolección de tambores y su colocación sobre la carrilera de rodillos. Esta actividad la realiza aproximadamente cada 90 segundos, llegando a llenar a veces hasta 100 tambores por producto.
El OS2 realiza las actividades repetitivas tanto de sellado de los tambores llenos (con un movimiento de hombros y brazos repetitivo) como del traslado de los mismos hacia su lugar en cada tarima, repitiendo el proceso aproximadamente cada 90 segundos.
 - Efectos: fatiga de brazos y hombros debido a movimientos de elevación de extremidades repetitivos.

- Duración: este factor afecta a ambos operarios, ya que deben estar presentes durante todo el proceso y el 95% de las actividades. El tiempo de duración del sometimiento de éstos a los factores de riesgo es de aproximadamente de 1.5 a 2 horas continuas para cada repetición del proceso.
 - Efectos: fatiga y estrés general por larga permanencia en la realización de una misma actividad sistemática.

- Tiempo de recuperación: el OS2 tiene un tiempo de descanso aproximado de 30-45 segundos entre cada tambor y el siguiente. El OS1 está permanentemente sometido a los factores de riesgo. Cuando traslada los tambores hacia la llenadora y los coloca sobre la carrilera, cuando sostiene la lanceta y el tambor en posición durante el proceso de llenado, y cuando traslada el tambor lleno al OS2, está en permanente sometimiento a los factores de riesgo. Por lo anterior, su tiempo de recuperación es casi inexistente.

- Efectos: tiempo insuficiente de descanso, aumentando la fatiga y estrés en el trabajo.
- Carga dinámica: para el OS1, el factor no es tan notable, ya que el mayor esfuerzo dinámico lo realiza cuando carga los tambores vacíos para colocarlos sobre la carrilera, así como cuando traslada el tambor lleno hacia el OS2 por medio del sistema de rodillos. Para el OS2, el factor tiene efectos bastante considerables, específicamente cuando realiza la actividad de transporte de tambores, rodándolos manualmente hacia su respectiva tarima.
 - Efectos: fatiga notable de brazos y piernas, así como posibles lesiones.
- **Características ambientales**
 - Estrés por calor: este factor está presente principalmente por el equipo de protección personal que es requerido por las características del área y de los productos con que se trabaja. El elemento principal de este equipo es la mascarilla *full-face*, la cual cubre por completo la cara de los operadores.

Esto causa condiciones de calor durante la operación molestas para los operadores, incrementando su efecto en las horas de más calor del día (entre 10 de la mañana y 3:30 de la tarde).

 - Efectos: baja del ritmo de trabajo debido a sofocación, menos deseos de realizar el trabajo e incomodidad durante el proceso debido a sudoración excesiva.

- Estrés por frío: este factor también afecta las actividades de los operadores en la mayor parte del proceso, específicamente cuando el clima se encuentra bastante húmedo y frío, debido a dos causas principales.

Una de ellas es el traje antiestático que deben vestir los operarios, ya que es muy delgado, y a los operarios no se les tiene permitido el uso de ninguna otra prenda de vestir debajo del mismo, por lo que en ocasiones el estrés por frío es crítico.

La segunda causa, relacionada directamente con la primera, es que el área de trabajo está totalmente a la intemperie, lo que empeora las condiciones de frío y humedad.

- Efectos: incomodidad durante la realización del trabajo debido a efectos del frío en extremidades (principalmente en pies y manos). Actividades de carga y transporte de objetos más pesadas y fatiga incrementada.

Factores de seguridad en el trabajo

Para este estudio, se tomaron en cuenta los factores de seguridad en el trabajo a los que están expuestos los operadores que trabajan en el proceso. Dentro de éstos están:

- Químicos: riesgos o reacciones químicas debido a la manipulación de los productos, como intoxicaciones, lesiones de la piel, ojos y nariz debido a salpicaduras, etc.

- **Mecánicos:** riesgos de seguridad que puedan sufrir los operarios por movimiento o levantamiento de objetos, como fracturas, machucaduras de extremidades, etc.
- **Eléctricos:** estos factores también están relacionados con la manipulación de los productos químicos, y de la intervención de otros factores como chispas, calor, etc., que puedan llegar a provocar algún accidente. Dentro de estos riesgos se encuentran las quemaduras, incendios, etc.
- **Físicos:** por último, otro de los riesgos a los que están expuestos los operadores son aquellos que les pueden afectar físicamente de manera específica a órganos en particular, como fatiga visual, lesiones acústicas, trastornos circulatorios, etc.

2.4.2 Propuesta

La propuesta de cambio para esta área, se centró en la optimización del proceso de entamborado, así como de las condiciones de ergonomía y seguridad en el trabajo, por medio de la automatización de sus sub-procesos.

A continuación se presentan los estudios realizados y las diferentes propuestas obtenidas a partir de ellos, para cada uno de los equipos que incluidos en esta etapa del proyecto.

2.4.2.1 Estudios de distribución de planta

Para llevar a cabo estos estudios, se inició por tomar las precauciones y recomendaciones de seguridad para poder ingresar al área y obtener la información deseada. Para ello, se conversó con el departamento CASA y

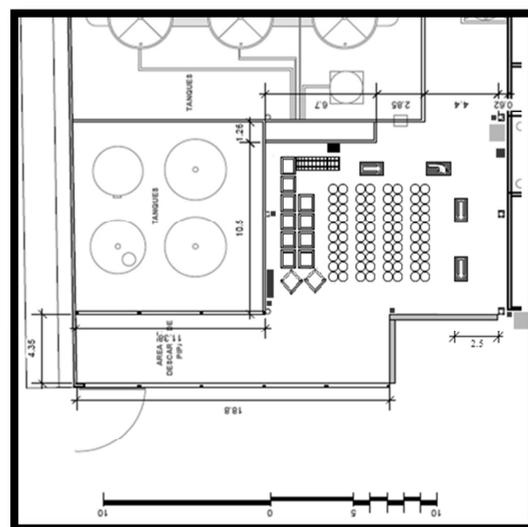
obtener las recomendaciones del caso. Así mismo, se solicitó el EPP requerido al jefe de operaciones, para poder ingresar al área de trabajo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio inicial, tanto de las mediciones como de las consideraciones a tomar en cuenta para la realización de esta fase del proyecto.

Dimensión y medición de espacio disponible

Para obtener esta información, se procedió a determinar las dimensiones principales del área, para posteriormente obtener un bosquejo. En este caso en particular, se obtuvo también un esquema general de la ubicación actual del equipo y elementos empleados para el proceso, así como de la señalización industrial y dispositivos de seguridad y emergencia con los que cuenta el área. El diagrama resultante se muestra en la Figura 64 a continuación:

Figura 64. **Diagrama actual de área de solventes (proceso de entamborado)**



Fuente: elaboración propia.

Los elementos contemplados en este diagrama, aparte de las principales dimensiones del área, son los siguientes:

- Tambores: tanto en posición como en cantidad.
- Tarimas: tanto en posición como en cantidad.
- Dispositivos de seguridad y emergencia: en rojo, extintores, duchas y lavaojos; en verde, equipo de recolección de derrames.
- Sistema de rodillos: de 3 metros de largo aproximadamente, ubicado desde la llenadora hasta el inicio de las tarimas.
- Llenadora: en negro, ubicada al inicio del sistema de rodillos.
- Tanques de almacenaje: ubicados dentro de su respectivo dique.
- Parqueo de cisterna: de 4.35 metros de ancho, ubicado estratégicamente para hacer factible su conexión a tierra y al sistema de tuberías.

Con esta información, se procedió a realizar un análisis sobre las normas de distribución de planta estipuladas en los reglamentos bajo los cuales se rige la empresa, para determinar si existía alguna restricción sobre la instalación de estructuras dentro de las bodegas de almacenaje. De esta manera, se determinaron las siguientes condiciones:

- Distribución que permita la libre circulación tanto del personal operativo como del montacargas, con la mayor holgura posible, para minimizar al máximo la probabilidad de que ocurra un accidente
- Pasillos o corredores que permitan el fácil acceso/evacuación del área de trabajo
- Menor cantidad de obstáculos posibles dentro del área de trabajo, que interfieran con las actividades realizadas y afecten negativamente las condiciones de seguridad del área

- La distribución de la estructura debe contemplar las áreas designadas para el equipo contra derrames y los dispositivos de seguridad y emergencia (alarma contra incendios, extintores, etc.), permitiendo que sean de fácil acceso
- Cálculo del espacio designado para la operación de un 20% más del espacio real estimado, para permitir variaciones de los elementos que interfieren en el proceso. Este punto aplica principalmente al espacio estimado para las tarimas y tambores, cuyo número y ubicación puede tener ciertas variaciones.

Es importante destacar, que la distribución dependerá de las condiciones de seguridad que exigen los reglamentos que rigen a la empresa, antes que a cualquier otra condición. La distribución se hará en base a las exigencias de seguridad y no al revés.

Aspectos físicos y de seguridad a considerar

Para esta fase del proyecto, las condiciones y exigencias de seguridad son las directrices de mayor importancia con las que debe cumplir el nuevo sistema automatizado de llenado de tambores.

La directriz más importante es el requerimiento de que todos los equipos eléctricos instalados y/o manipulados dentro del área durante la operación deben tener la característica de ser "*explosion proof*" (contra explosiones), debido a la característica más crítica de todos los productos manipulados en el área, la inflamabilidad.

Esto asegura, en un porcentaje considerablemente alto, que los accidentes debido a generación de chispa, por parte de los elementos que conforman los circuitos eléctricos, no se presentarán.

Aparte de ésta, se deben considerar otra serie de factores de seguridad, los cuales deben ser cumplidos a cabalidad para obtener un área de trabajo segura. Estos factores son los siguientes:

- Aterrizaje obligatorio de todos los elementos metálicos que intervengan en la operación antes de que ésta inicie. Esta condición aplica principalmente a la cisterna, la cual debe tener un tiempo de estabilización un mínimo de 10 minutos.

En el caso de los tambores, éstos deben aterrizados inmediatamente, sin excepción alguna, antes de iniciar el proceso de llenado, para evitar la generación de chispa debido al posible roce entre el tambor y la lanceta o cualquier otro elemento metálico.

- En la medida de lo posible, los elementos metálicos instalados que no deban soportar cargas muy grandes o por lapsos de tiempo muy prolongados, deben estar elaborados de bronce, ya que este metal no genera chispas al roce con otros.
- Ubicación de los dispositivos de seguridad y emergencias en lugares fácilmente accesibles para los operadores en caso de que tengan que ser utilizados. La distancia máxima permitida entre los puestos de trabajo y estos dispositivos es de 10 metros.

- Las rutas de evacuación deben estar claramente señalizadas y accesibles de manera inmediata desde los puestos de trabajo de los operadores.

La nueva distribución debe cumplir al 100% con todas las condiciones mencionadas anteriormente, y debe acoplarse a ellas.

2.4.2.2 Proceso de cotización

Al igual que el proceso de cotización del sistema de *racks*, éste se inició desde cero, tomando en cuenta las condiciones dictadas tanto por el estudio de distribución de planta realizado con anterioridad, como por las restricciones y limitaciones de los aspectos físicos y de seguridad de las instalaciones.

Previo a solicitar las cotizaciones a los respectivos proveedores, se realizó una propuesta inicial del equipo contemplado para la automatización del proceso, así como de la distribución óptima del mismo en el espacio disponible. Ambos factores debían corresponder a las exigencias planteadas, así como favorecer las condiciones de seguridad y ergonomía del proceso.

Para la elección del equipo óptimo a instalar, se solicitó asesoría tanto de los proveedores como del jefe de operaciones, debido a su experiencia en el campo y a los conocimientos de las características con las que debe cumplir el equipo. También se consultaron fuentes como internet y bibliografía de los equipos requeridos existente en la empresa.

A continuación se presentan las propuestas iniciales planteadas, el proceso de cotización como tal, su respectivo análisis y la elección final del equipo, su distribución y el respectivo proveedor.

Propuesta de máquina de llenado

La propuesta de éste equipo se hizo basada tanto en las recomendaciones del proveedor, como en las características mínimas establecidas por el jefe de operaciones. El proceso de elección inició con la búsqueda en distintas fuentes de internet de proveedores alrededor del mundo de este tipo de equipo, que cumplieran con las características requeridas por el área de trabajo.

La propuesta final se hizo con los propósitos principales de automatizar la tarea, hacerla más sencilla y evitar que el operario intervenga directamente en el proceso. Para ello, se determinaron las características básicas que debía tener el equipo, las cuales son:

- Sistema de llenado de toneles: “uno a la vez”
- PLC o Controlador para coordinar diferentes funciones
- Suministro de energía: a través de sistema eléctrico *explosion proof* (Clasificación eléctrica del área: Clase I – División I)
- Partes que posible o seguramente serán mojadas con los productos con los que se trabaja, de acero inoxidable
- Toneles a llenar: de 55 galones
- Llenado: sub-superficial
- Capacidad de llenado: 200 toneles/día
- Sistema semi-automático

Figura 65. **Máquina de llenado sub-superficial propuesta**



Fuente: archivo de cotización de proveedor.

Propuesta de sistema transportador

Las características generales determinadas para este sistema son las siguientes:

- Transporte de carga por gravedad
- Resistente a cargas de hasta 200kg
- Material de construcción: acero galvanizado

Figura 66. **Sistema transportador de rodillos propuesto**



Fuente: archivo de cotización de proveedor.

Propuesta de polipasto

Las características básicas determinadas para este equipo son las siguientes:

- Capacidad de carga: 200kg
- Capacidad de sujeción de toneles
- Suministro de energía: a través de sistema eléctrico "*explosion proof*" (Clasificación eléctrica del área: Clase I – División I)
- Fácil y segura manipulación

Figura 67. **Sistema de polipasto propuesto**



Fuente: archivo de cotización de proveedor.

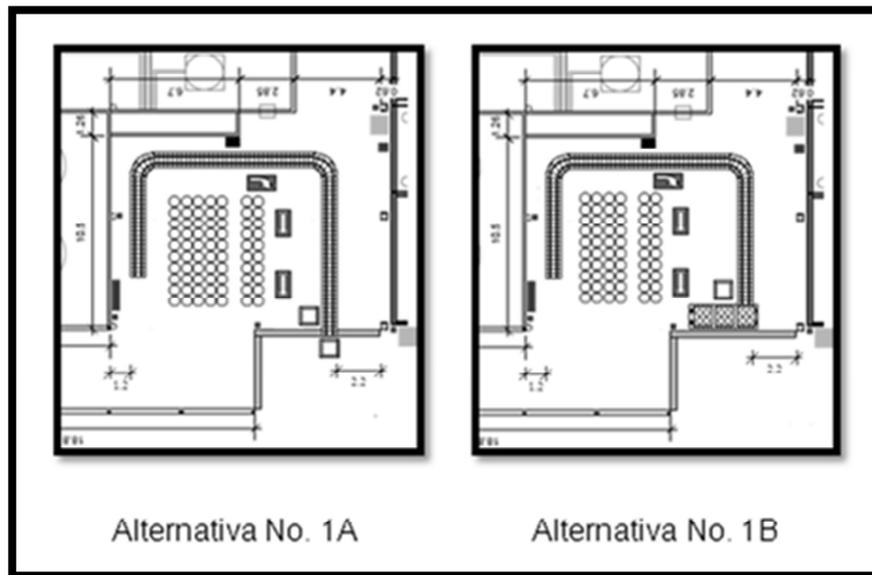
Solicitud de cotizaciones a proveedores

Esta etapa contempla el proceso directo de cotización, en el cual se solicitó a los proveedores los precios estimados de cada uno de los equipos a implementar. Para ello, se inició por hacer la propuesta inicial de la distribución del equipo, basada en las características del área y los requerimientos de seguridad y ergonomía.

En base a esto, se planteó una propuesta principal en dos diagramas, uno simple y otro con la variación sobre la instalación de un sistema

transportador para tarimas al final de la carrilera para tambores. La propuesta se presenta en la Figura 68. a continuación:

Figura 68. **Alternativas 1A y 1B propuestas para nueva distribución de maquinaria y equipo en área de solventes**



Fuente: elaboración propia.

Teniendo estos diagramas, se procedió a solicitar las cotizaciones respectivas del equipo a implementar para cada una de las propuestas. Para los proveedores nacionales, dicha solicitud se realizó personalmente, citándolos a la empresa para tener una reunión con el jefe de operaciones y plantearle el proyecto.

Por otro lado, la solicitud para los proveedores del extranjero se realizó vía correo electrónico, todas ellas en inglés y con los términos técnicos requeridos, a lo que se le dio seguimiento por dos semanas aproximadamente.

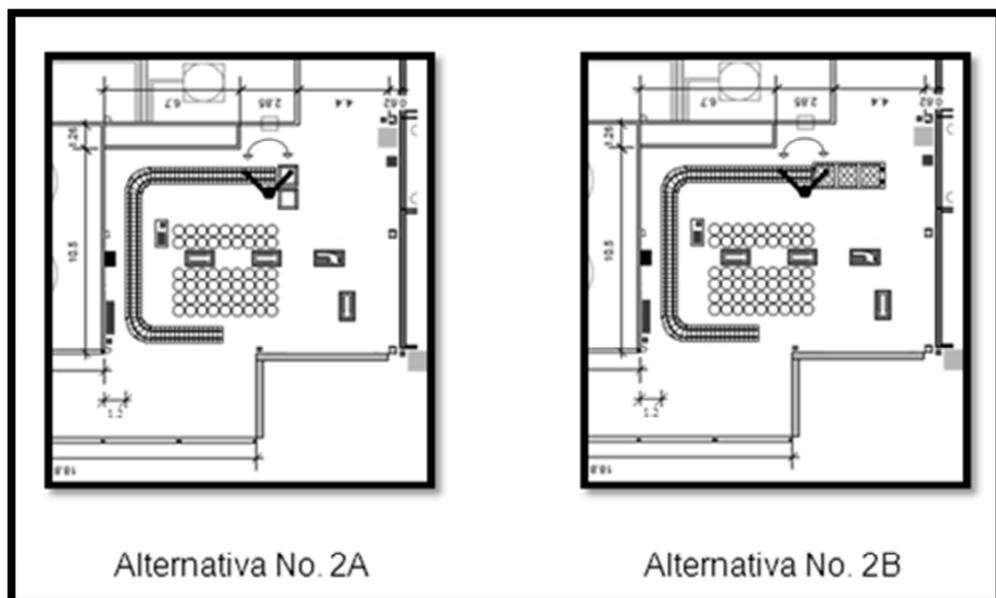
Con respecto a las solicitudes locales, el seguimiento fue tanto personalmente, como por correo electrónico y vía telefónica. Durante este

proceso se realizaron ciertas modificaciones tanto a los diagramas de distribución como a las características de los equipos.

Una de estas modificaciones fue precisamente en cuanto a la distribución del equipo en el área. Para ello, se tuvo una reunión con el jefe del departamento CASA, así como con los operarios que trabajan directamente en el área. Esto con la finalidad de obtener la opinión tanto del punto de vista de la teoría como del de la realidad del proceso.

Finalmente, se logró determinar dicho diagrama, presentado en la Figura 69, siempre tomando en cuenta la variación de la implementación del sistema transportador para tarimas:

Figura 69. **Alternativas 2A y 2B propuestas para nueva distribución de maquinaria y equipo en área de solventes**



Fuente: elaboración propia.

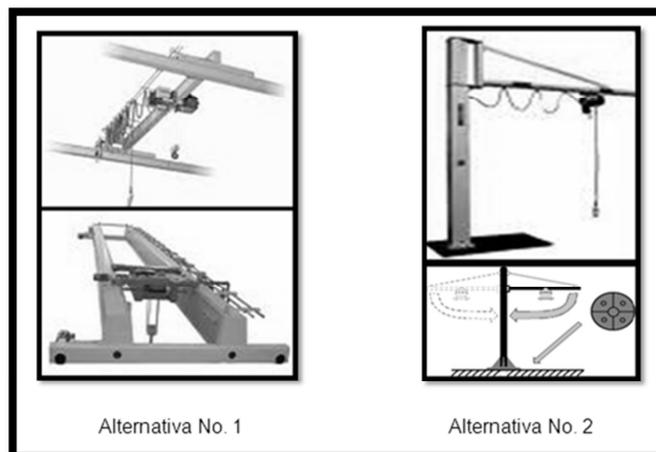
Adicionalmente a esta modificación, como se puede ver en los últimos dos diagramas, se incluyó dentro de los equipos a cotizar la armadura en donde correrá el polipasto.

Se consulto respecto a este tema con los proveedores y el jefe de operaciones, así mismo como con el jefe de departamento CASA, quien tenía experiencia previa en este tipo de armaduras.

Las opciones para este equipo fueron dos. Una consistía en una viga sostenida del techo de lámina que cubre el área, de aproximadamente 6.4 metros de largo, sobre la cual correría el *trolley* que sostendría el polipasto.

Para implementar esta opción, se debía primero reforzar la armadura del techo, la cual no estaba diseñada para soportar el peso que se agregaría. La segunda propuesta, consistía en un brazo giratorio, el cual estaría anclado al piso con una columna de hierro, la cual le serviría de pivote para girar 360° de ser necesario.

Figura 70. **Alternativas No. 1 y 2 para armadura de polipasto propuesta**



Fuente: archivo de cotización de proveedor.

Se consultó con los proveedores en sobre estas dos propuestas para tomar la decisión final. De acuerdo a ellos, la Alternativa No. 2 no solo era más económica, sino que más sencilla de instalar, por lo que fue la elegida.

Con la totalidad de los equipos requeridos y cada una de las propuestas de distribución planteadas, se continuó con el proceso de cotización, obteniendo los siguientes resultados:

- **Máquina de Llenado Sub-Superficial**
 - Specialty Equipment: US\$44,539.00 (Q357,752.39)
 - Feige (Equipe): US\$34,995.00 (Q281,091.74)
(TC: Q8.03234/US\$1)

- **Sistema Transportador de Rodillos (para tambores y tarimas)**
 - Alternativa 1A:
 - Incaprosa: Q138,565.00
 - Contec: Q242,595.00
 - Alternativa 1B:
 - Incaprosa: Q132,545.00
 - Contec: Q264,789.00
 - Alternative 2A:
 - Incaprosa: Q127,985.00
 - Contec: Q210,479.00
 - Alternativa 2B:
 - Incaprosa: Q127,985.00
 - Contec: Q240,246.00

- **Polipasto**
 - General I. Miller Co.: US\$24,114.03 (Q193,692.09 – TC: Q8.03234/US\$1)

- **Armadura de Polipasto**
 - Incaprosa: Q17,500.00

Nota: todas las cotizaciones incluyen IVA y garantía (variable según el equipo cotizado). Las cotizaciones de todos los equipos, a excepción del sistema de rodillos, aplican para las cuatro propuestas de distribución. Las cotizaciones proporcionadas por Incaprosa son las únicas que incluyen los costos tanto de transporte del equipo a la empresa, como los costos de instalación.

Análisis y comparación de ofertas

Para determinar la mejor propuesta para cada uno de los equipos cotizados, se llevó a cabo un proceso de análisis y comparación de las mismas, el cual se presenta a continuación:

- Máquina de llenado sub-superficial: para este caso, ambas cotizaciones contemplan exactamente el mismo equipo. La única diferencia es que Specialty Equipment es un proveedor extranjero, y Feige (Equipe) es nacional.
Inicialmente, la cotización de este equipo se había realizado solo con el primer proveedor, ya que ya se buscó un proveedor del mismo en el país.

Posteriormente, se logró contactar al segundo proveedor, quien importa y distribuye el equipo proporcionado por el primero a nivel nacional.

En este caso, la elección del proveedor es obvia, debido a que es exactamente el mismo equipo. La ventaja es que Equipe es un proveedor que se encuentra en el país, por lo que el costo del equipo, incluyendo el traslado a la empresa, es aproximadamente US\$10,000.00 menor que el de Specialty Equipment, cuya cotización incluye únicamente el costo del equipo más no el del transporte desde EEUU hasta Guatemala.

- Sistema transportador de rodillos: como se puede observar en los datos proporcionados, los precios estimados por parte de Incaprosa son considerablemente menores que aquellos proporcionados por Contec. El jefe de operaciones ha trabajado otros proyectos anteriores con Incaprosa, y apoya el hecho de que la calidad del equipo y servicio es algo que los caracteriza.

La elección se facilita aún más al tomar en cuenta que las cotizaciones proporcionadas por Incaprosa incluyen el costo de transporte e instalación del equipo, mientras que los precios proporcionados por Contec no los incluyen, y se incrementarían en aproximadamente US\$2,000.00 de tomarlos en cuenta.

- Polipasto: este equipo, por tener como fuente de energía la electricidad, debe cumplir con la característica de ser "*explosion proof*" (Clase I – Division I). Se cotizó con aproximadamente ocho proveedores (tanto nacionales como internacionales) y únicamente dos de ellos podían cumplir este requerimiento.

Uno de ellos es General I. Miller Co., cuya cotización se presentó anteriormente. En cuanto al otro proveedor, Yale, este también contaba

con el equipo, pero nunca proporcionó la cotización. Por lo tanto, General I. Miller Co. era la obvia la elección.

- Armadura de polipasto: para este equipo, al igual que el caso del polipasto, únicamente se contaba con un proveedor al final del proyecto, Incaprosa. De igual manera que en sus cotizaciones para el sistema de rodillos, el precio estimado de este equipo incluye el transporte y la instalación.
- Distribución propuesta: se logró determinar que la mejor propuesta para la distribución del equipo a instalar en el área es la No. 2, la cual favorece de manera óptima los requerimientos de seguridad, ergonomía y eficiencia esperados.

Selección final de maquinaria y equipo

De acuerdo al análisis realizado anteriormente, se logró determinar cada uno de los equipos a adquirir, así como sus respectivos proveedores. La elección final es la siguiente:

- Máquina de Llenado Sub-Superficial: Feige (Equipe) – US\$34,995.00
- Sistema Transportador de Rodillos: Incaprosa – Q127,985.00 (refiriéndose a las alternativas 2A y 2B).
- Polipasto: General I. Miller Co. – US\$24,114.03
- Armadura de Polipasto: Incaprosa – Q17,500.00

2.4.2.3 Modificaciones propuestas

Gracias a las modificaciones planteadas, tanto para los equipos como para la distribución de los mismos en el área, se lograron obtener resultados positivos (descritos en las páginas 216-223) en cuanto a la automatización y optimización del proceso de entamborado, cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos de la fase.

A continuación se plantean los efectos que tuvieron los resultados obtenidos estudio sobre el proceso de entamborado, las modificaciones que éste sufrió y las ventajas que se obtuvieron sobre la situación actual.

Diagrama de flujo

Definitivamente, el proceso se vio optimizado y modificado por los cambios implementados y, por consiguiente, su diagrama de flujo. El nuevo diagrama de flujo, obtenido del análisis del proceso bajo las nuevas condiciones, se presenta en la Figura 71 a continuación:

Figura 71. Diagrama propuesto – proceso de entamborado

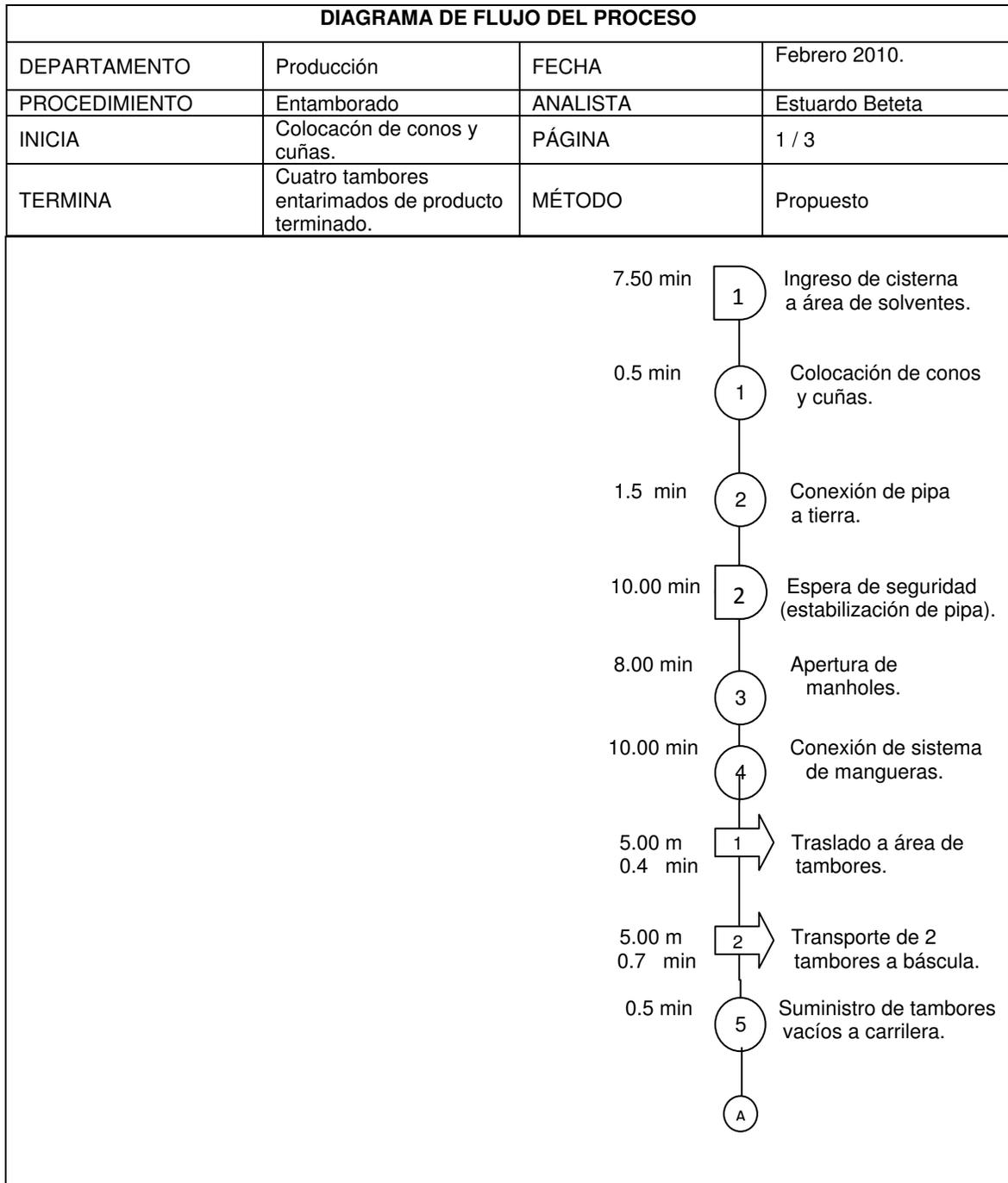
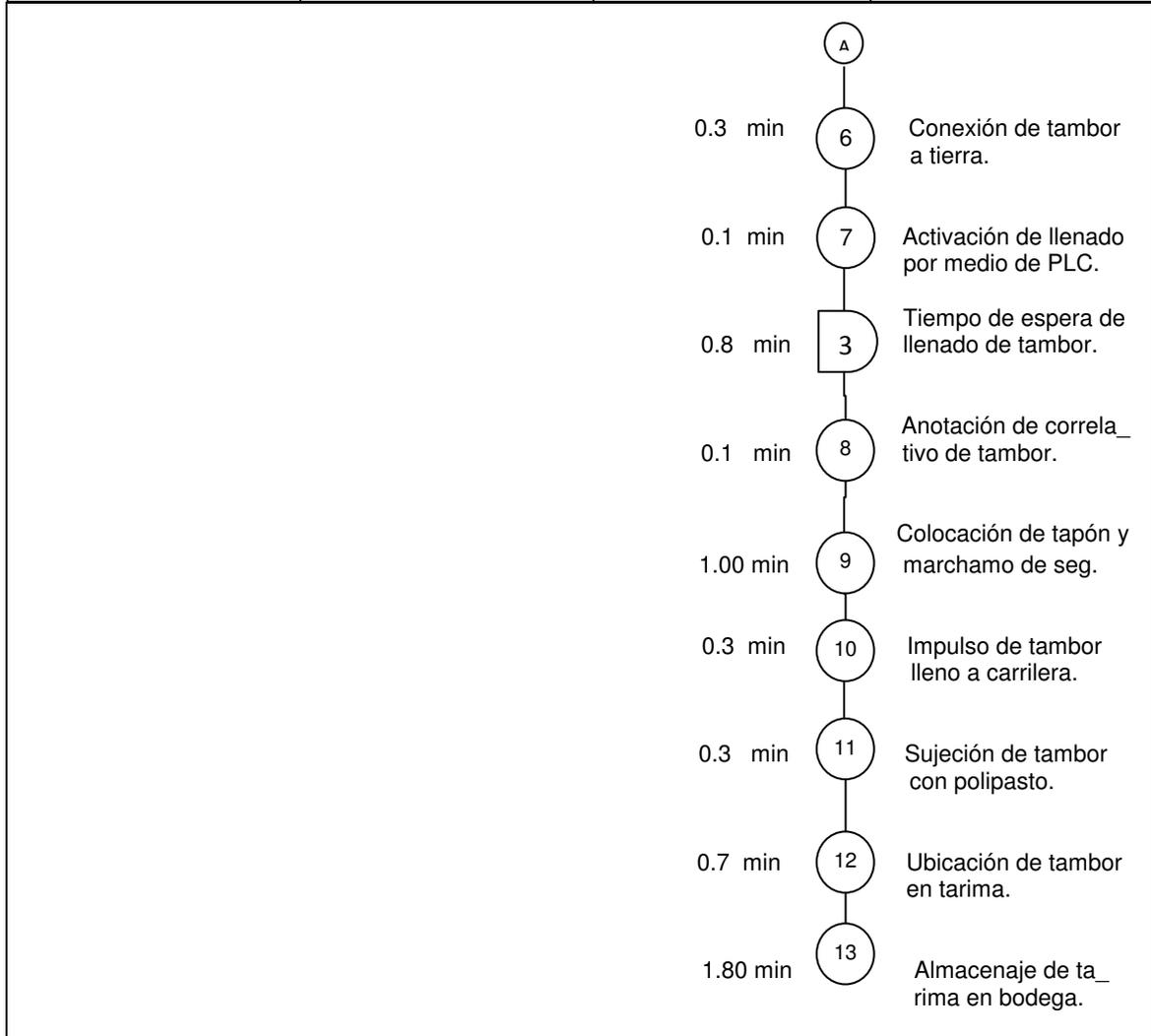


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
DEPARTAMENTO	Producción	FECHA	Febrero 2010.
PROCEDIMIENTO	Entamborado	ANALISTA	Estuardo Beteta
INICIA	Colocación de conos y cuñas.	PÁGINA	2 / 3
TERMINA	Cuatro tambores entarimados de producto terminado.	MÉTODO	Propuesto



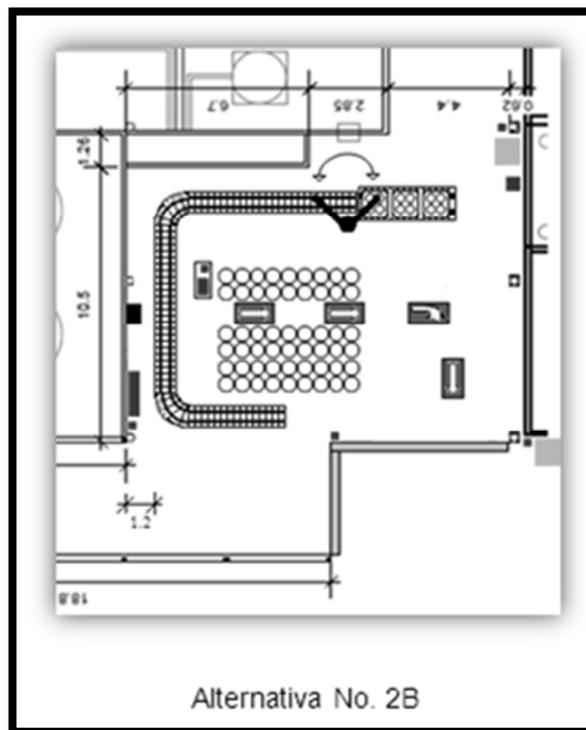
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA (m)
OPERACIONES	13	25.1	-----
TRANSPORTES	2	1.1	10.00
DEMORAS	3	18.3	-----
TOTAL		44.5 min	10.00

Fuente: elaboración propia.

Distribución propuesta

La distribución final propuesta la maquinaria y equipo a implementar en el Área de Solventes se presenta en la Figura 72 a continuación:

Figura 72. **Alternativas final elegida para nueva distribución de maquinaria y equipo en área de solventes**



Fuente: elaboración propia.

Ventajas

Como se observó anteriormente en todos los resultados obtenidos, la implementación de las propuestas realizadas para el proceso de entamborado significaría la optimización del mismo en todos los sentidos, y representaría una serie de ventajas en todas las áreas estudiadas con respecto a la situación actual.

A continuación se presentan las principales ventajas que dichas modificaciones traerían a cada uno de los factores que intervienen en el proceso:

A) Optimización del proceso

El proceso de entamborado se vería beneficiado y optimizado considerablemente desde los siguientes puntos de vista:

- El proceso se estima se reduciría su tiempo de ejecución promedio en aproximadamente un 40%, lo que se puede comprobar claramente en el diagrama de flujo propuesto para el proceso automatizado.
- El proceso se estima sería mucho más eficiente en cuanto a recursos humanos y materiales requeridos para su ejecución.
- Debido a la automatización del proceso, gracias a la implementación de la nueva maquinaria y equipo, la ejecución del mismo se volvería mucho más práctico y sencillo.
- La intervención directa de los operadores en el proceso se estima se reduciría aproximadamente en un 60%.
- La eficiencia del proceso se estima se incrementaría en un 40%, debido tanto a la fluidez en la circulación de los tambores (tanto vacíos como llenos), como a la posibilidad de preparar hasta 3 tarimas sin necesidad que el OS2 se mueva se posición.

Esto, junto con la posibilidad de acumulación de una cantidad considerable de tambores llenos sobre la carrilera, permite el tiempo suficiente al OM2 de retirar tarimas listas y abastecer con nuevas.

A esto se le suma el hecho de que el equipo semiautomático implementado realizaría cada una de las actividades que reemplazaría como mínimo a la mitad del tiempo que demora actualmente.

- Reducción del efecto del retraso o la carga de trabajo adicional que tenga el OM2 para la ejecución del proceso. La operación no pararía como lo hace actualmente, salvo en condiciones extremas de trabajo para el OM2, ya que con las modificaciones propuestas, el sistema posee mucha más independencia de factores externos.

B) Factores de ergonomía

Para determinar los beneficios y ventajas que la implementación de las propuestas representaría para el proceso, se realizó un análisis de los mismos factores estudiados bajo las condiciones actuales. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- **Características físicas de la tarea**
 - Posturas: las posturas incómodas y fatigadoras para el OS1, se verían eliminadas del proceso, ya que la máquina llenadora cuenta con una plataforma ubicada al nivel del sistema de rodillos.

Así mismo, el llenado del tambor se realiza de manera semiautomática, debiendo el operario únicamente presionar un botón en el PLC y esperar a que el llenado termine.

- Beneficios: eliminación casi por completo de la fatiga del OS1 debido a la actividad de llenado, y un porcentaje mínimo debido al trabajo de pie.
- Fuerza: este factor se vería reducido para ambos operadores en proporción con el efecto negativo que tiene actualmente. Para el OS1, el efecto era leve, por lo que las ventajas también lo son. En cuanto al suministro de tambores vacíos a la carrilera, éste puede ser auxiliado por el OS2, gracias a la disponibilidad de tiempo debido a la optimización del proceso.

Así mismo, el efecto del impulso que le debe dar al tambor lleno de producto para que corra sobre la carrilera se elimina por completo.

El efecto positivo más notable para este factor es sobre la actividad de transporte y ubicación final del tambor lleno en su respectiva tarima. El esfuerzo necesario para el traslado desde la llenadora hasta la tarima se eliminaría por completo.

En cuanto a la ubicación del tambor lleno en la tarima, el esfuerzo necesario se estima se vería reducido en un 80%, ya que el trabajo de levante es realizado por el polipasto.

- Beneficios: fatiga del OS1 prácticamente eliminada. Fatiga del OS2 eliminada por completo en el proceso de transporte de tambores llenos, y reducida en un 80%. Disminución de la probabilidad de lesión del OS2 en un 80%.
- Repeticiones: el OS1 minimizaría el número de repeticiones de carga de tambores de uno cada 90 segundos a 10 cada quince

minutos. Esto reduciría el número de repetición de cargas por proceso de 90 a 8.

En cuanto al OS2, este dejaría de realizar la tarea de sellado y marchamado de tambores, pasando a ser parte del OS1. Así mismo, el proceso de traslado de tambores hacia el área de tarimas se sería eliminado, quedando únicamente el de ubicación de los tambores en su respectiva tarima.

Esta actividad seguiría teniendo el mismo número de repeticiones, pero el esfuerzo del OS2 se vería minimizado en un 80%.

- Beneficios: la fatiga de brazos y hombros del OS1 por repeticiones se estima se reduciría en un 70%, mientras que para el OS2, lo haría en un 80%.

- Duración: ya que la intervención de ambos operadores se estima se reduciría en un 70%, este factor también se reduciría considerablemente.

Esto ya que el proceso automatizado demoraría aproximadamente un 60% de lo que demora actualmente, porcentaje del cual los operadores se estima permanecerían únicamente un 70% del tiempo involucrados directamente en el proceso.

- Beneficios: fatiga y estrés general se estima se verá reducido en un 60%, debido a la reducción del tiempo de permanencia de ambos operadores en la ejecución del proceso.

- Tiempo de Recuperación: este factor se verá notablemente incrementado para ambos operadores. Para el OS1, este tiempo

pasará de ser casi inexistente a ser de aproximadamente 60 segundos por cada llenado de tambor.

En cuanto al OS2, su tiempo de recuperación se vería incrementado de 30 segundos que dura actualmente a aproximadamente 70 segundos por tambor transportado.

- Beneficios: suficiente tiempo de recuperación para ambos operarios que, sumado a la reducción del esfuerzo requerido, concluyen en una reducción considerable de la fatiga y el estrés en el trabajo.
- Carga Dinámica: para el OS1, éste factor desaparecerá por completo, gracias al grado de inclinación del transportador de rodillos, el cual llevará a cabo prácticamente por su cuenta la tarea de traslado de tambores.

Esto a su vez beneficiará al OS2, el cual no deberá hacer ningún esfuerzo para trasladar los tambores llenos hacia el área de tarimas.

Por otro lado, el factor de carga dinámica de la actividad ubicación de tambores llenos en su respectiva tarima realizado por el OS2, se verá reducido considerablemente, debido a que el 90% de la fuerza requerida será realizada por el polipasto.

- Beneficios: reducción de la carga dinámica para el OS1 estimada en un 90%, y para el OS2 en un 70%. Esto a su vez minimizaría la fatiga de brazos y piernas (principalmente para el OS2) en la misma proporción.

- **Características ambientales**

- Estrés por calor: este factor se reduciría en la misma medida que lo hará el tiempo requerido para el proceso. Mientras menor sea la permanencia de los operarios en el área bajo las condiciones de calor debido al clima, la hora del día y el EPP utilizado (las cuales no se pueden), menor será el efecto en el desarrollo del proceso.
 - Beneficios: ritmo de trabajo regular, sin verse afectado por condiciones extremas de calor. Eliminación casi al 100% de la incomodidad por sudoración excesiva.
- Estrés por frío: este factor no variará considerablemente, debido a que el EPP empleado seguirá siendo el mismo. Además, las condiciones de frío debido al clima y a la ubicación en la intemperie del área de trabajo, no pueden ser modificadas.
 - Beneficios: reducción considerable de efectos del frío en extremidades (principalmente en pies y manos), debido no precisamente a la variación de las condiciones de frío, sino más bien a la automatización del proceso.

C) Factores de seguridad en el trabajo

En cuanto a estos factores, la mayoría siguen latentes en el proceso, y no pueden ser descartados por completo. A pesar de esto, algunos de los riesgos se verán minimizados o eliminados con la implementación de ésta etapa del proyecto. Algunas de estas modificaciones son las siguientes:

- Químicos: se verá minimizado considerablemente, ya que la automatización del proceso permitirá una reducción bastante notable de

la necesidad de intervención directa de los operarios, por lo que la mayoría de riesgos por manipulación o interacción directa se verán mitigados.

Además, la operación será mucho más segura debido al pequeño margen de error que maneja la maquinaria a implementar.

- **Mecánicos:** el levantamiento o movimiento de objetos por parte de los operarios se verán reducidas y en algunos casos eliminadas, por lo que los riesgos por la realización de éstas actividades sufrirán el mismo efecto.

A pesar de esto, la mayoría de éstos riesgos no se pueden descartar, debido a que la intervención humana contempla siempre un margen de error.

- **Eléctricos:** los riesgos más comunes de éste factor son resultado de si la maquinaria instalada cumple o no con los requerimientos y exigencias de seguridad del área.

Debido a que los equipos fueron cotizados y elegidos bajo dichos requerimientos y exigencias, un gran porcentaje de éstos riesgos será eliminado, y el resto se verá mitigado.

- **Físicos:** la mayoría de estos riesgos se verán mitigados, y algunos otros serán eliminados, por el hecho de que la maquinaria implementada evitará en un gran porcentaje la intervención directa de los operadores en el proceso.

2.5 Costos

En esta etapa se realiza un análisis de costos tanto específico, para cada uno de los procesos modificados, como general, tomando en cuenta las modificaciones sugeridas para los tres procesos estudiados y sus respectivas exigencias económicas y de disponibilidad.

2.5.1 Fases del proyecto

A continuación se presenta el resumen de costos para cada uno de los procesos estudiados, tomando en cuenta cada una de las modificaciones propuestas:

2.5.1.1 Optimización del proceso de carga

Para este proceso, las modificaciones propuestas no incluyen la compra y/o implementación de ningún equipo o maquinaria, sino se centran más bien en cambios en cuanto a la manera de llevarlos a cabo. Por lo tanto, el costo económico se podría traducir al costo de oportunidad que significaría la capacitación del personal involucrado.

Costo de oportunidad

Estos estudios y capacitaciones, a pesar de ser llevados a cabo, no se cuantificaron, debido a que esto conllevaría la realización de estudios específicos para éste propósito. Por lo anterior, y por qué no representa una inversión económica como tal, este costo no será tomado en cuenta.

2.5.1.2 Optimización de sistema de almacenaje

Para lograr la optimización de este proceso, se propuso la compra e instalación de un sistema de *racks*, el cual favorecería los requerimientos de espacio y los métodos empleados actualmente para el almacenaje de los productos. La inversión requerida para dicho propósito se presenta a continuación.

Costo de nuevo sistema de *racks*

El sistema elegido fue un sistema de *racks* tipo selectivo, para capacidad de almacenaje de 600 tarimas. El proveedor elegido fue Feige (Equipe) y la inversión requerida para dicho equipo es de US\$32,040.96 (Q257, 363.88 – TC: Q8.03234/US\$1). Este costo incluye el IVA, así como 3 años de garantía para el equipo.

Costo de transporte e instalación

Los costos respectivos de transporte del equipo desde su país de origen hasta la planta fueron estimados por el proveedor en US\$2,500.00 (Q20, 080.85 - TC: Q8.03234/US\$1) con el IVA incluido. En cuanto al costo de instalación, este está incluido en el costo del producto.

2.5.1.3 Automatización y optimización de proceso de entamborado

Para la automatización de este proceso, se hizo la propuesta de la compra e instalación de varios equipos, los cuales fueron cotizados con un mínimo de dos proveedores cada uno, para poder tener parámetros de

comparación así tomar una decisión final de compra óptima. A continuación se mencionan los equipos cotizados, así como sus respectivos precios y condiciones de compra particulares.

Costo de nueva maquinaria y equipo

Los equipos cotizados y electos, así como sus respectivos costos son los siguientes:

- Máquina de llenado sub-superficial: US\$34,995.00 (Q281,091.74)
- Sistema transportador de rodillos: US\$15,933.71 (Q127,985.00)
- Polipasto: US\$24,114.03 (Q193,692.09)
- Armadura de polipasto: US\$2,178.69 (Q17,500.00)

Nota: los costos de los equipos ya incluyen el IVA. TC: Q8.03234/US\$1

Costo de transporte e instalación

En dos de los equipos cotizados, específicamente los proporcionados por Incaprosa, incluyen en el precio estimado del equipo, los costos de transporte a la planta y su respectiva instalación.

En cuanto a los otros dos equipos, el precio cotizado solo incluye el costo de instalación, más no el de transporte a la planta. Estos fueron cotizados por aparte y la información proporcionada por los proveedores fue la siguiente:

- Máquina llenadora: US\$1,250.00 (Q10,040.43)
- Polipasto: US\$800.00 (Q6,425.87)

Nota: TC: Q8.03234/US\$1

2.5.2 Costos totales

La obtención de los costos totales para la implementación del proyecto no fue más que la suma de los costos parciales estimados para cada una de los procesos. Estos costos se estimaron en moneda local, debido a requerimientos por parte de la empresa, principalmente para que éstos no se vean afectados por las modificaciones de las variables económicas. Los resultados fueron los siguientes:

Costo Parcial Proceso de Carga	N/A
Costo Parcial Proceso de Almacenaje	US\$34,540.96
Costo Parcial Proceso de Entamborado	<u>US\$79,271.43</u>
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	<u>US\$113,812.39</u>
COSTO TOTAL EN QUETZALES (TC: Q8.03234/US\$1)	<u>Q914,179.81</u>

2.5.3 Relación beneficio/costo

Este análisis se realizó en base a los costos parciales obtenidos para cada uno de los procesos, y a los beneficios y ventajas esperadas de su implementación.

2.5.3.1 Proceso de carga

Este proceso no representa una inversión económica tangible en cuanto a la implementación de las modificaciones propuestas, ya que el único costo presente sería el de oportunidad. A pesar de esto, las propuestas si tendrían beneficios considerables, reduciendo el tiempo total del proceso

aproximadamente a $\frac{2}{3}$ del tiempo actual que demora, aparte de hacerlo mucho más eficiente y óptimo.

Esta reducción en el tiempo de demora del proceso y la optimización de los factores que intervienen en él, repercutiría positivamente en los tiempos de entrega de los pedidos a los clientes, así como la calidad del servicio y producto proporcionados.

Además, la eficiencia del proceso permitiría un aprovechamiento óptimo del tiempo de los OM, los cuales dispondrían de más tiempo para atender sus otras responsabilidades. Esto aplica principalmente al OM2, quien mejoraría el servicio brindado a los operadores de las demás áreas.

2.5.3.2 Proceso de almacenaje

Para éste proceso, debido a que la inversión y costos de implementación de las modificaciones propuestas son económicamente tangibles, los beneficios pueden ser cuantificados y estimados en términos más específicos. Del análisis realizado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Actualmente, la capacidad de almacenaje de la bodega es de 300 toneladas. Con la implementación del sistema de *racks*, ésta capacidad se aumenta en un 100%, permitiendo almacenar 600 toneladas de producto
- El sistema de *racks* permitirá una mejor segregación de los productos almacenados, así como una mejor estiba de los mismos, evitando deterioro tanto de las tarimas como del producto

- Se estima un período de vida útil de entre 5 y 7 años para el sistema de *racks*. Esto puede variar dependiendo las condiciones de uso y el producto almacenado.
- El personal que opera los montacargas se encuentra capacitado para estibar en estos tipos de *racks*, debido a que ya han sido implementados en otras bodegas. La certificación de manejo de montacargas de los operadores está vigente. Esto evita la necesidad de capacitarlos en cuanto al nuevo sistema a implementar, ahorrando tiempo valioso de su jornada de trabajo y demás factores que conforman el costo de oportunidad.

Finalmente, se realizó un análisis específico del tiempo estimado de recuperación de la inversión, con datos reales proporcionados por el jefe de operaciones. Los resultados fueron los siguientes:

- Gastos de almacenaje externo y transporte durante 2009:
US\$44,700.00
- Inversión requerida para implementación del proceso:
US\$ 34,540.96

Con ésta información, se puede determinar claramente que la inversión requerida para la implementación del proceso es 22.73% menor al total de los gastos realizados durante un año por concepto de almacenaje externo y transporte. Esto permite estimar el tiempo de recuperación de la inversión en 8 meses y medio aproximadamente.

2.5.3.3 Proceso de entamborado

Al igual que en el proceso de almacenaje, en éste proceso la inversión requerida para la implementación de las modificaciones propuestas es económicamente tangible, por lo que los beneficios pueden ser cuantificados y estimados en términos más específicos.

A partir del análisis realizado, se obtuvieron los siguientes enunciados y afirmaciones:

- Actualmente, el área de solventes cuenta con un proceso y sistema de llenado relativamente antiguo, poco práctico y ergonómico, además de un excesivo involucramiento de la mano de obra para poder llevarse a cabo.
- Con la automatización del proceso y modernización de la maquinaria empleada, se lograría llevar a cabo la operación de llenado de manera más segura y ergonómica para los operarios, así como más práctica y eficiente para la empresa, reduciendo el tiempo de ejecución en un 40% aproximadamente.
- Se optimizará el proceso de llenado de tambores, haciéndolo más práctico y autosuficiente, reduciendo el involucramiento de la mano de obra en aproximadamente en un 60%, y el esfuerzo físico que ésta realiza aproximadamente en un 90%.

Finalmente, se realizó un análisis específico del tiempo estimado de recuperación de la inversión. A diferencia del análisis del proceso de almacenaje, este no puede determinar un análisis comparativo numérico, debido que la manera de llevar a cabo el proceso no genera gastos ni costos

extras cuantificables en comparación con los costos de implementación del proyecto.

En éste caso, la inversión requerida es de aproximadamente US\$79,271.43, frutos que se verán reflejados principalmente en la optimización del proceso, reducción del tiempo de ejecución, reducción de la intervención de la mano de obra, la optimización de los factores ergonómicos y de seguridad en el trabajo, etc.

Esto, al igual que en el proceso de carga, beneficia principalmente la eficiencia del proceso y optimiza la calidad del servicio al cliente, que en este caso no solo incluye a los clientes externos sino también a los internos.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

Esta etapa del proyecto contempla todas las modificaciones, efectos y repercusiones sufridas por los sistemas de seguridad presentes en la empresa, tanto a nivel global como de manera específica para cada una de las áreas estudiadas.

A continuación se presentan los estudios y análisis de riesgos respectivos para determinar las modificaciones al sistema de seguridad y obtener un nuevo panorama de las circunstancias bajo las cuales trabajarán los operarios de las distintas áreas.

3.1 Análisis de riesgos general de las condiciones propuestas

El departamento de Calidad, Seguridad y Ambiente (CASA) de la empresa es el encargado de velar por la garantía de las condiciones de seguridad en la totalidad de los procesos que se llevan a cabo en todas las áreas de la empresa. Además, son los encargados de propiciar las condiciones de seguridad requeridas por los reglamentos que rigen las actividades de la empresa, en éste caso específicamente la Norma OHSAS 18000, referente a la seguridad en el trabajo.

Para lograrlo, han establecido un sistema de medición de riesgos que permite cuantificar la posibilidad de que ocurran, así gravedad de cada uno de ellos posea, por medio de la asignación de una serie de factores predeterminados, para proceder a darle la atención requerida.

Esto se hace por medio de una Matriz de Análisis de Riesgos, en la cual se incluyen todos y cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, así como las actividades que los conforman, realizando un análisis minucioso de los riesgos latentes en cuanto a los temas de calidad, seguridad y ambiente.

A continuación se presenta el análisis de riesgos realizado sobre los procesos afectados por las modificaciones propuestas, así como las condiciones finales propuestas para los mismos.

3.1.1 Determinación de áreas afectadas

El análisis de riesgos se inició con la determinación de las áreas y procesos afectados por las modificaciones que conforman el proyecto. Como era de esperarse, el estudio se inició directamente en las áreas y procesos sobre los cuales se trabajó en el proyecto.

En cuanto al proceso de carga, las modificaciones propuestas no incluían modificación alguna del área de trabajo, sus estructuras, el equipo o maquinaria empleada para llevarlo a cabo, etc., sino más bien se centró principalmente en la modificación de los procesos administrativos. Por lo anterior, el análisis de riesgos para éste proceso no es necesario, al igual que para cada una de las actividades que lo conforman.

Con respecto a las propuestas para el sistema de almacenaje, éstas si incluían modificaciones de las características físicas del área de trabajo, implementación de equipo nuevo, y modificación de la distribución de planta actual. Por consiguiente, el análisis de riesgos no solo es factible de hacer, sino obligatorio para las exigencias de seguridad de la empresa.

Finalmente, al igual que para el área de almacenaje, para el área de solventes también se plantearon propuestas que modificaban las características físicas del área e incluían la implementación de equipo y maquinaria nueva. Así mismo, el flujo del proceso de entamborado se vio modificado en cuanto a su desarrollo, los pasos a seguir por parte de los operarios y sus respectivas responsabilidades. Por lo anterior, el análisis de riesgos deberá realizarse también para dicho proceso.

Aparte de este análisis, se procedió a determinar si las modificaciones propuestas afectaban indirectamente a alguna otra área o proceso relacionado con las áreas afectadas directamente. A pesar de esto, no se encontró ningún efecto indirecto, por lo que se procedió a realizar el análisis de riesgos únicamente para el área de almacenaje y la de solventes.

3.1.2 Identificación y descripción de factores afectados

La matriz de análisis de riesgos clasifica todas las operaciones realizadas diariamente en la empresa en una serie de procesos, los cuales se dividen en una serie de actividades que los conforman.

Así mismo, contempla los riesgos de seguridad y salud ocupacional, ambiente y calidad que éstos procesos y sus respectivas actividades puedan contener. A continuación, en la Tabla XXVIII, se presenta un formato que ejemplifica los elementos que contiene la matriz:

Tabla XXVIII. Formato de Matriz de Análisis de Riesgos

PROCESO	ACTIVIDADES	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (OSHAS 18001)					AMBIENTE (ISO 14001)				CALIDAD (ISO 9001)								
		PELIGRO	RIESGO	P	S	R	E?	ASPECTO	IMPACTO	P	S	R	E?	POSIBLE CAUSA	EFECTO	P	S	R	E?
Proceso 1	Actividad 1																		
	Actividad 2																		
	Actividad 3																		
Proceso 2	Actividad 1																		
	Actividad 2																		
Proceso 3	Actividad 1																		
	Actividad 2																		
	Actividad 3																		
	Actividad 4																		

Los factores previamente ponderados en base a registros y estudios realizados previamente por parte del departamento CASA de la empresa, permiten determinar el nivel de tolerancia que posee cada riesgo, así como su grado de repercusión en el proceso.

Para continuar con el análisis, se toman en cuenta las áreas afectadas, y se determina cuales de los procesos que se desarrollan en la misma se ven afectados por las modificaciones.

3.1.2.1 Procesos

Se procedió a determinar cada uno de los procesos (de las áreas afectadas) cuyas condiciones de calidad, seguridad y ambiente se verán modificadas, para proceder al análisis de cada una de sus actividades y determinar cuáles de ellas permanecen o no con los mismos riesgos que los que poseen bajo condiciones actuales.

Para el área de almacenaje, únicamente se logró identificar un proceso afectado, el de “Almacenamiento de producto en Petapa”. Este se refiere, como su nombre lo indica, al proceso de almacenaje de cada uno de los productos manejados en la terminal de Petapa, Zona 12.

En cuanto al área de solventes, se identificaron dos procesos afectados o que posiblemente se verán modificados por la implementación de los cambios propuestos. Estos procesos son el de “Llenado de tambores y otros recipientes con líquidos inflamables en Petapa” y el de “Formulación de mezclas de Solventes”. Ambos procesos se desarrollan en esta área, se relacionan directamente con los cambios a implementar, por lo que también se tomará en cuenta para la elaboración de la matriz.

3.1.2.2 Actividades

Para cada uno de los procesos, se identificaron las actividades que los conforman, para posteriormente determinar qué nuevos riesgos las afectan, cuales permanecen y cuales son eliminados gracias a la implementación de las propuestas hechas. Los procesos y sus respectivas actividades son:

- Almacenamiento de producto en Petapa
 - Producto en piso y tarima sobre tarima
 - Almacenamiento de dióxido de titanio
 - Producto en *rack* selectivo
 - Producto en *rack drive-in*
 - Operación del montacargas
 - Uso de combustible (diesel)
 - Uso de electricidad (montacargas eléctrico)
 - Almacenamiento de químicos en *racks*
 - Revisión no detallada de equipo contra derrames
 - Almacenamiento de químicos en piso
 - Almacenamiento la intemperie
 - Almacenamiento de combustibles

- Llenado de tambores y otros recipientes con líquidos inflamables en Petapa
 - Etiquetado y revisión de tambores
 - Conexión de mangueras y apertura de válvulas
 - Encendido y apagado de bomba
 - Colocación de tambor en carrilera
 - Conexión a tierra
 - Llenado de recipiente
 - Cierre del tambor y colocación del mismo en tarimas
 - Soplado de tuberías con nitrógeno (proyecto)
 - Desconexión y almacenamiento de mangueras

- Formulación de mezclas de solventes
 - Conexión de mangueras a tanques de almacenamiento
 - Colocación errónea de la mascarilla
 - Encendido y apagado de bomba
 - Trasiago del producto de tanques de almacenamiento
 - Toma de muestra
 - Trasiago del producto de tambores
 - Soplado de tuberías con nitrógeno
 - Cierre de válvulas y retiro de tambores vacíos

3.1.3 Determinación y clasificación de riesgos

Cada una de las actividades mencionadas anteriormente, se lleva a cabo de una manera particular, en una parte del proceso específica y con la intervención de ciertos elementos y factores que juntos conforman las

condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la actividad, en los campos de calidad, seguridad y ambiente.

Por ello, se llevó a cabo una clasificación de los posibles riesgos que cada una de esas actividades puede representar para el recurso humano requerido para su desarrollo. La clasificación de los riesgos se llevó a cabo para cada uno de los ámbitos de estudio de las normas que rigen a la empresa, así como en base a las características de la actividad realizada:

- Seguridad y Salud Ocupacional
 - :
 - Ergonómico: desórdenes músculo esqueléticos (D.M.E.), lumbalgia (dolor de espalda baja en la zona lumbar) y lesión o fatiga del miembro superior.
 - Químico: reacciones adversas (nausea, confusión, etc.), conjuntivitis química, dermatitis alérgica o por contacto, hipoacusia (pérdida de la capacidad auditiva) de origen químico, salpicadura de mucosas, cáncer de origen ocupacional y trastornos respiratorios por inhalación de gases de combustión.
 - Mecánico: machucamiento de miembros (manos y pies), fractura por caída de altura, fractura por accidente con montacargas y fractura por caída de objetos.
 - Físico: quemadura por incendio y trauma acústico, trastornos circulatorios por vibración.
 - Eléctrico: quemaduras por incendio (generación de chispa), incendio o explosión por generación de chispa (*splash* de llenado).

- Ambiente
 - Derrame de producto (por falla mecánica, sobrellenado o remanente en manguera): contaminación de aire y suelo.
 - Generación de gases de combustión: contaminación del aire.
 - Uso de electricidad: consumo de recursos naturales.
 - Incendio o explosión: contaminación del aire por vapores tóxicos y calientes.
 - Explosión por generación de chispa (por factores externos o mala conexión): contaminación del aire por incendio.
 - Reacción térmica con chispa: contaminación del aire por incendio.
 - Uso de recursos naturales: agotamiento de recursos naturales.

- Calidad
 - Etiqueta equivocada: inventario equivocado, posible entrega de producto equivocado.
 - Tambor sucio o en mal estado: contaminación del producto.
 - Utilización de mangueras o bombas equivocadas o sucias: contaminación cruzada de producto.
 - Explosión por mala conexión a tierra: pérdida de producto.
 - Demora de producción por falla mecánica o falta de tambores: entrega tarde o no entrega a cliente.
 - Llenado inexacto de tambor por falla mecánica: entrega inexacta de producto al cliente.
 - Cerrado manual inexacto: derrame de producto o el cliente no podrá abrirlo.
 - Almacenamiento de mangueras sucias, sin tapones o a la intemperie: contaminación de mangueras.

- Traspiego a tanques sucios: contaminación de producto.
- Mal cálculo de MP: producto fuera de especificaciones.
- Rotura de producto por mala manipulación: entrega inexacta de producto al cliente.
- Piso de bodega sucio: contaminación de producto.
- Almacenamiento desordenado de producto: no cumplimiento de método PEPS de almacenaje.
- Efectos climáticos; contaminación de producto con suciedad, deterioro de empaque o recipiente.

3.1.4 Soluciones a riesgos por implementación de proyecto

Como se ha venido planteando a lo largo del proyecto, todas las modificaciones propuestas y los estudios realizados fueron delimitados por las exigencias de calidad, seguridad y ambiente de los normativos que actualmente rigen la empresa. Por lo tanto, es de esperarse que la implementación de dichas modificaciones signifique cambios positivos y mejoras para dichos temas.

A pesar de esto, debido a que algunos factores no dependen ni se pueden ver modificados por acciones humanas, en ciertos casos surgen nuevos factores de riesgo debido a las nuevas condiciones de trabajo planteadas.

Los resultados finales del análisis de riesgos, en donde se puede ver claramente las condiciones de calidad, seguridad y ambiente que propician las modificaciones propuestas para los operarios y el área de trabajo en general, se presentan a continuación, resumidos en la matriz final de análisis de riesgos.

3.1.5 Matriz nueva de análisis de riesgos

Al concluir el análisis de riesgos respectivo, finalmente se obtuvo la matriz de análisis de riesgos para los procesos y actividades afectadas por las modificaciones propuestas en el proyecto.

Nota: No se colocó la matriz final de análisis de riesgos de las áreas afectadas debido a las dimensiones de la tabla, siendo éstas muy grandes para poder ser plasmadas de manera legible.

3.2 Sistema de Seguridad Industrial propuesto y adecuado a las modificaciones realizadas

De acuerdo a las modificaciones a las diferentes áreas de la empresa, y en base al análisis de riesgos realizado anteriormente, se determinaron las nuevas condiciones de seguridad bajo las cuales se llevarán a cabo los procesos y actividades involucradas.

A continuación se listan los principales elementos referentes a la seguridad industrial, así como las modificaciones propuestas para que ellos se acoplen a las nuevas características de las áreas donde se encuentran. De no haber sufrido modificación alguna, se indicará.

3.2.1 Señalización Industrial

Las modificaciones respectivas para la señalización industrial de las áreas modificadas son las siguientes:

3.2.1.1 Área de carga

Con la implementación del proyecto, las características físicas y dimensionales del área de carga no se verán afectadas. A pesar de esto si se hicieron ciertas sugerencias y propuestas de mejora para las condiciones actuales de la misma. Dentro de ellas están:

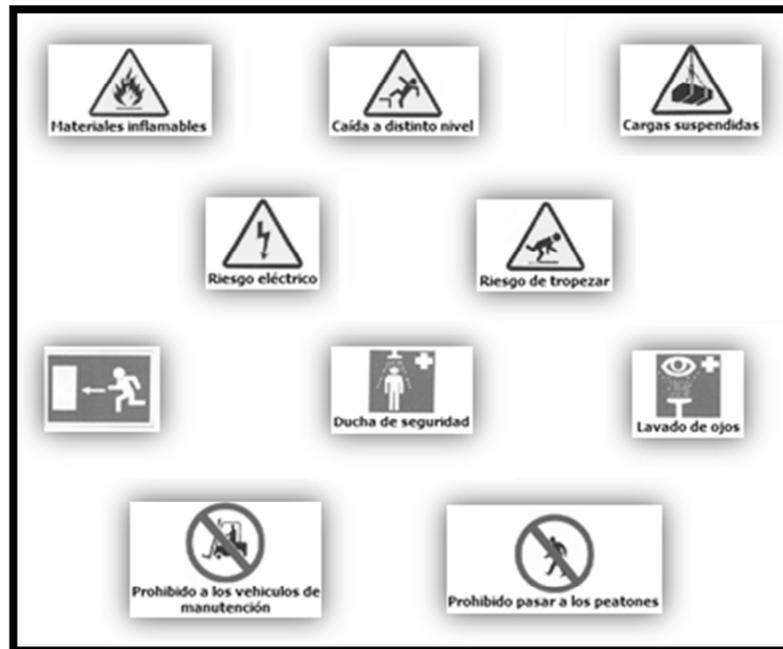
- Delimitación del área de *racks* con una línea color amarillo que indique a los OM y, en general, a todo el personal que por una u otra razón frecuente el área, los pasillos seguros para transitar
- Rótulos que indique el EPP de uso obligatorio en el área, principalmente para que el personal externo que ingrese en ella lo conozca y pueda tomar las medidas preventivas respectivas
- Pintado de flechas blancas con fondo verde que indique al personal que se encuentre en el área, en caso de algún siniestro o emergencia, la ruta de evacuación a seguir

3.2.1.2 Área de solventes

En cuanto al área de solventes, ésta si se vio modificada físicamente en dimensiones, equipo instalado y distribución del mismo, por lo que las propuestas de señalización industrial se hicieron en base a las nuevas condiciones de trabajo.

En la figura siguiente, se muestran las señales específicas consideradas como óptimas para las nuevas características del área de trabajo. Cada una de ellas se propuso para un sector específico, de acuerdo a las condiciones de inseguridad y riesgos latentes.

Figura 73. **Señalización industrial propuesta (área de solventes)**



Fuente: www.monografias.com/seguridad_industrial/señalizacion

La disposición final propuesta, de acuerdo a las características y exigencias de seguridad del área, es la siguiente:

- **Materiales inflamables:** se colocará en diversos sectores del área de inflamables, fácilmente visibles, ya que es la condición que caracteriza las actividades realizadas en general.
- **Caída a distinto nivel:** dispuestas en las estructuras para suministro de tambores vacíos al sistema de rodillos, así como en el sector donde estará ubicada la llenadora.

Esto ya que, debido al desnivel que requiere el sistema de rodillos para mover la carga por gravedad, éste tendrá una altura aproximada de 80 centímetros en el sector de suministro, y de 60 centímetros frente a la

llenadora, por lo que habrá una estructura que permita que los operarios se encuentren al nivel del sistema.

- Cargas suspendidas: se ubicará en el sector de carga de tambores en las tarimas, ya que el brazo giratorio que sostiene el polipasto eleva el tambor aproximadamente a una altura de 2 metros.
- Riesgo eléctrico: ubicado en el sector de la llenadora y el polipasto ya que, aunque éstos poseen la característica “*explosion proof*”, no deja de existir la posibilidad de la falla de alguno de los equipos.
- Riesgo de tropezar: se colocará en el trayecto de la carrilera de rodillos, debido a que la altura que posee puede causar accidente por tropiezo de los operarios.
- Salida de emergencia: se colocarán en las vías de acceso al exterior del área.
- Ducha y lavaojos: se colocarán en donde estarán ubicados los dichos equipos de emergencia.
- Prohibido paso de montacargas: este rótulo será colocado en los sectores del área por los cuales no pueda transitar el montacargas, ya sea por motivos de seguridad o de espacio. Por ejemplo, en el área de llenado o el área de estacionamiento de la cisterna.
- Prohibido paso de peatones: se colocará en el pasillo designado para el paso del montacargas, así como en el área de estacionamiento de la cisterna, para evitar posibles accidentes entre el personal y los vehículos que transitan por el área.

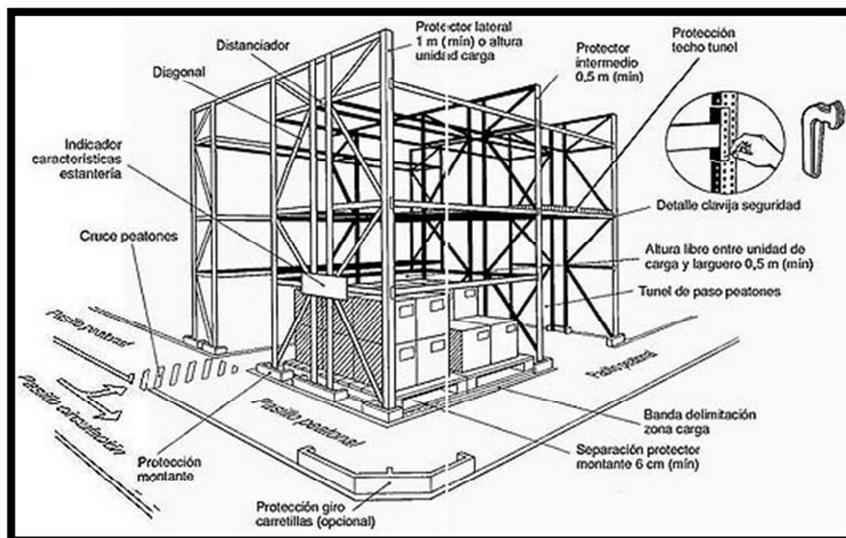
3.2.1.3 Bodega de productos Agrofeed

Para esta área, la señalización industrial propuesta es un tanto diferente a la del área de solventes, ya que está enfocada a actividades de otra índole. Para principiar, se colocará una franja amarilla rodeando las estructuras de

racks, para delimitar el área. Así mismo, se colocarán parales del mismo color en cada esquina de las estructuras, para protegerlos al mismo tiempo que darles mayor visibilidad.

También se delimitarán los pasillos por donde transitará el montacargas, con una franja amarilla a cada lado del pasillo. Así mismo, dentro de este pasillo, se pintará un rectángulo con franjas diagonales a 45° intercaladas de colores amarillo y negro, por donde el personal a pie pueda transitar, para que el OM tenga mayor precaución en ese sector. En la Figura 74 se presenta la propuesta de señalización general de esta área:

Figura 74. **Señalización industrial general propuesta (Bodega de Productos Agrofeed)**



Fuente: <http://www.ingenieriaonline.com/diseño%plantas/sistemas%almacenaje>

La señalización industrial específica para esta área se presenta a continuación en la Figura 75:

Figura 75. **Señalización industrial específica propuesta (área de productos Agrofeed)**



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=243>

En la figura anterior se muestran las señales específicas consideradas como óptimas para las nuevas características del área de trabajo. Cada una de ellas se propuso para un sector específico, de acuerdo a las condiciones de inseguridad y riesgos latentes. La disposición final propuesta es la siguiente:

- **Riesgo eléctrico:** se colocará en el sector donde se ubica el cargador de batería del montacargas eléctrico, para notificar al personal sobre el peligro que éste representa por manejar voltajes muy altos.
- **Cargas suspendidas:** se en el pasillo ubicado debajo del puente de la estructura que se encuentra al ingresar a la bodega, ya que personal tanto a pie como en montacargas transitará debajo de él.
- **Tránsito de montacargas:** se colocará en puntos estratégicos de los pasillos que generalmente recorre el montacargas, para indicar al personal que debe tener precaución al transitar por el sector.
- **Salida de emergencia:** se colocará en las dos puertas con las que actualmente cuenta la bodega, para indicar al personal que se encuentre dentro de la misma, en caso de ocurrir una emergencia, hacia donde dirigirse para poder evacuar el área.

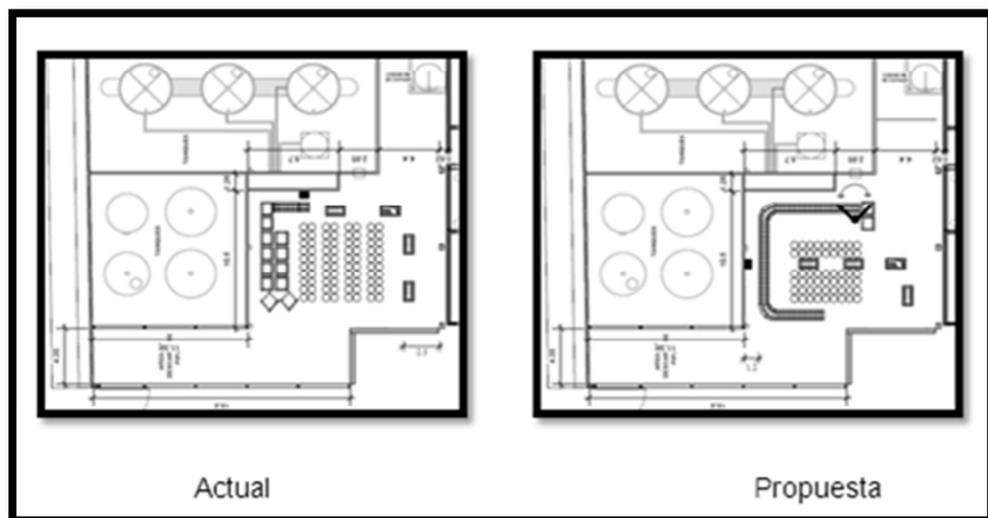
- Prohibido paso de montacargas: será colocado en los sectores o pasillos diseñados especialmente para el tránsito de personas, así como en sectores muy estrechos o de poca maniobrabilidad donde no sea permitido el manejo del montacargas. Esto para evitar accidentes con los peatones, así como daños a la estructura o al producto.

3.2.2 Ruta de evacuación

Las modificaciones propuestas para ésta área fueron establecidas en conjunto con el departamento CASA, para asegurar su eficiencia y concordancia con las exigencias de seguridad del área. Las rutas de evacuación propuestas se plantearon en base a la premisa principal de indicar la vía más rápida de evacuación al exterior.

A continuación, en la Figura 76, se muestra tanto el diagrama actual como el propuesto, con sus respectivas rutas de evacuación:

Figura 76. **Ruta de evacuación actual y propuesta para área de solventes**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Punto de reunión

En la empresa, existe un único punto de reunión, en donde convocan todas las rutas de evacuación existentes. Este se encuentra ubicado entre la bodega industrial # 2, el departamento de despachos y el área de corrosivos. Esto, ya que esta área está designada como la más segura en caso de incendio (por su lejanía del la bodega de inflamables y el área de solventes), sismo (por su lejanía de cualquier estructura de altura o algún edificio) y, en general, en caso de cualquier contingencia.

3.2.4 Equipo de protección personal (EPP)

Este tema, al igual que todos los concernientes con la seguridad industrial, está muy bien establecido en la empresa, debido a las exigencias de los reglamentos bajo los cuales se rige la empresa; en éste caso, específicamente la Norma OSHA 18001:2007.

Por lo anterior, actualmente se cuenta con las señales más importantes de uso de EPP para cada área, aunque en ocasiones se obvian algunos elementos. Para las nuevas características de cada una de las áreas, se propuso el EPP que se presenta a continuación.

3.2.4.1 Área de solventes

En la Figura 77 se presenta la propuesta para la señalización industrial del EPP requerido para el área:

Figura 77. **EPP propuesto para área de solventes**



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=243>

En la figura se presenta el EPP propuesto. Cada una de las señales tiene un fin específico, debido a algún factor de riesgo que se presente en el área de trabajo. Las razones por la necesidad de este EPP son las siguientes:

- Protección obligatoria de la vista: debido a que en el área se manipulan solventes, los cuales pueden irritar los ojos del operario por los vapores que despiden y, en caso extremo, salpicarlos y ocasionarles daños severos.
- Protección obligatoria de vías respiratorias: esto ya que los vapores que despiden los productos son nocivos para la salud de los operarios, y si son inhalados por estos, pueden ocasionar problemas diversos en su aparato respiratorio.
- Protección obligatoria de las manos: para que la piel de los operarios no entre en contacto directo con el producto (en caso de que llegara a salpicar o escurrir). Este equipo cumple también la función de proteger las manos del operario de daños menores como raspones, cortaduras, etc.
- Protección obligatoria de la cara: este equipo constituye una unión entre el protector de la vista y el de las vías respiratorias, cumpliendo ambas funciones a la vez. Normalmente se le conoce como mascarilla “*full-face*”.

- Protección obligatoria de la cabeza: debido a los riesgos existentes en todas las áreas de la planta de caída de objetos. Este constituye uno de los dos equipos de uso obligatorio en general.
- Protección obligatoria de los pies: debido a los riesgos existentes en todas las áreas de la planta de lesión de las extremidades inferiores por accidentes con montacargas, además de otras causas. Este es el segundo de los equipos de uso obligatorio general.
- Protección obligatoria del cuerpo: debido a las posibles salpicaduras de producto. Este equipo se refiere específicamente al traje antiestático, el cual no solo protege la piel de los operarios, sino evita la generación de estática en el área, para mitigar cualquier riesgo de incendio o explosión.

Nota: El equipo de protección del cuerpo, al igual que la protección de la vista, de la cabeza y de los pies, es de uso obligatorio también para el OM2, quien ingresa al área constantemente.

3.2.4.2 Bodega de productos Agrofeed

El EPP propuesto para esta área es mucho menos exigente y más sencillo que el del área de solventes, ya que la cantidad de actividades realizadas es menor y conllevan menor exposición a riesgos. Por lo anterior, en la Figura 78 se presenta la propuesta para la señalización industrial del EPP requerido para el área:

Figura 78. **EPP propuesto para bodega de productos Agrofeed**



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=243>

En la figura se puede observar que el EPP propuesto es prácticamente el equipo básico y general que debe usar toda persona que transite por la planta, a excepción de la protección de las manos y de la vista. Las razones por la necesidad de este EPP son las siguientes:

- Protección obligatoria de la vista: se requiere debido a la interacción constante y directa de los OM con los productos que almacenan o despachan. Este equipo evita que remanentes de producto (ya sea líquido o seco) en el recipiente o empaque, ingresen en sus ojos, ocasionándole lesiones que pueden llegar a ser graves dependiendo del producto en cuestión.
- Protección obligatoria de las manos: se requiere este tipo de protección ya que los OM generalmente deben realizar las tareas de levantamiento, traslado y manipulación de los productos almacenados en la bodega, sean estos tambores, garrafas o sacos. Este equipo evita que su piel entre en contacto con cualquier remanente de producto que posea el recipiente o empaque, además de protegerlos contra lesiones leves de la piel, como raspones, cortaduras, etc.

Para esta área, este equipo posee una función de practicidad, ya que permite un coeficiente de fricción bastante alto entre las manos del operario y los recipientes o empaques de los diferentes productos, permitiéndole al OM un mayor agarre ya sea para movilizar más fácilmente la carga (en el caso del rodamiento de los tambores) o para sostenerla más firmemente, sin importar las características del producto.

- Protección obligatoria de la cabeza: como se mencionó anteriormente, este equipo constituye uno de los dos implementos de uso obligatorio en general.
- Protección obligatoria de los pies: este es el segundo implemento de protección personal considerado obligatorio en todas las áreas de la planta.

Nota: El equipo de protección de la cabeza y de los pies (casco y botas, respetivamente) es de uso obligatorio también para el personal que ingrese caminando o transite por la bodega.

3.2.5 Dispositivos de seguridad y emergencia

Estos dispositivos incluyen a todos aquellos que puedan o deban ser empleados tanto para prevenir accidentes (en el caso de los dispositivos de seguridad) como para reaccionar en caso de algún accidente o contingencia (en el caso de los dispositivos de emergencia).

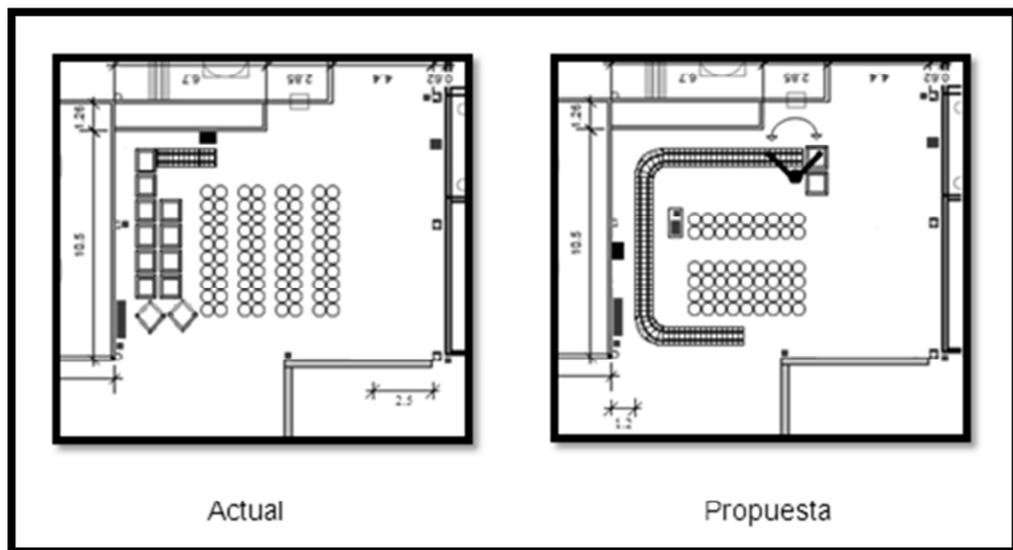
A continuación se presentan las modificaciones que sufrieron estos dispositivos en cuanto a su distribución en el área.

3.2.5.1 Extintores, duchas y lavaojos

Estos equipos entran dentro de la clasificación de “dispositivo de emergencia”. Debido a las modificaciones de distribución del área propuestas, la ubicación de estos elementos en el área se vio afectada, debiendo cambiar de lugar algunos equipos e instalando otros nuevos.

Como se puede observar, en la figura de distribución actual, solamente hay un dispositivo de ducha, lavaojos y extintor a un costado de las tarimas, el cual no cumplía su función debido a su ubicación retirada (más del límite recomendable de 10 metros) del proceso de llenado (que es el que podría generar algún accidente. Estos equipos entran dentro de la clasificación de “dispositivo de emergencia”. Por el contrario, en la distribución propuesta, el conjunto de ducha, lavaojos y extintor anterior, permanece, designados ahora para posibles accidentes que puedan ocurrir con las actividades relacionadas a la cisterna.

Figura 79. **Comparación entre distribución actual y propuesta de equipo de emergencia (extintores, duchas y lavaojos)**



Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se ubicó otro equipo de estos a un par de metros de la llenadora, en un espacio cercado, para que la reacción ante un accidente pueda ser casi inmediata.

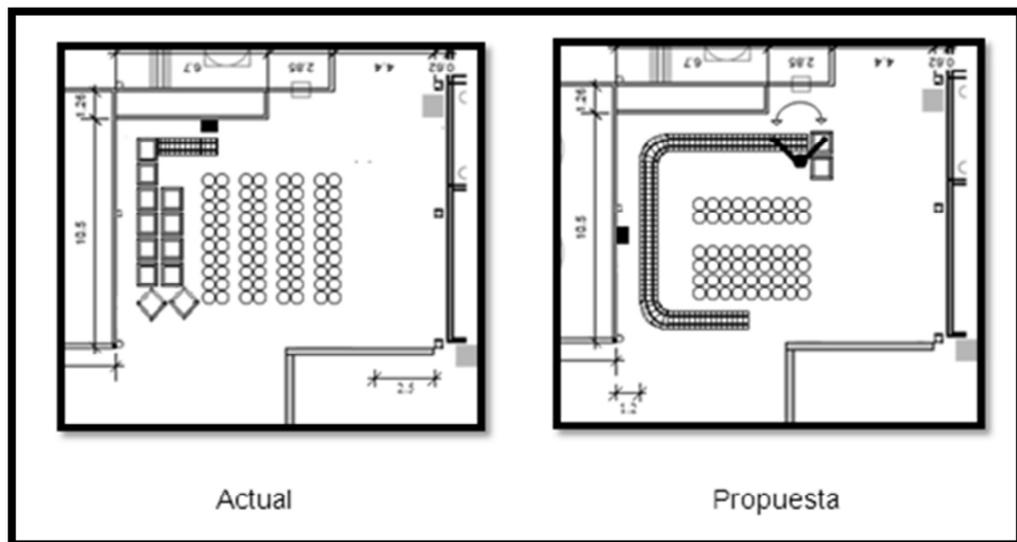
Además, el extintor que se encuentra en una de las columnas a la par de las tarimas en distribución actual, desaparece en la distribución propuesta, ya que el acceso a este dispositivo con la nueva distribución de la maquinaria sería demasiado complicado. Los demás extintores permanecen en su lugar.

3.2.5.2 Equipo de recolección de derrames

Este equipo entra dentro de la clasificación de “dispositivos de seguridad”, y está designado para la recolección de derrames de cualquier tipo de producto de los que se manejan en el área.

Consta de un recipiente plástico de aproximadamente 1.5 metros de alto y 75 centímetros de diámetro, en el cual se almacena el resto del equipo contra derrames, como los calcetines absorbentes, pala, escoba y toallas absorbentes.

Figura 80. **Comparación de distribución actual y propuesta de equipo de recolección de derrames**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 80, éste no sufrió modificaciones en cuanto a su ubicación dentro del área, ya que ésta no afecta las actividades realizadas, sino más bien se acopla.

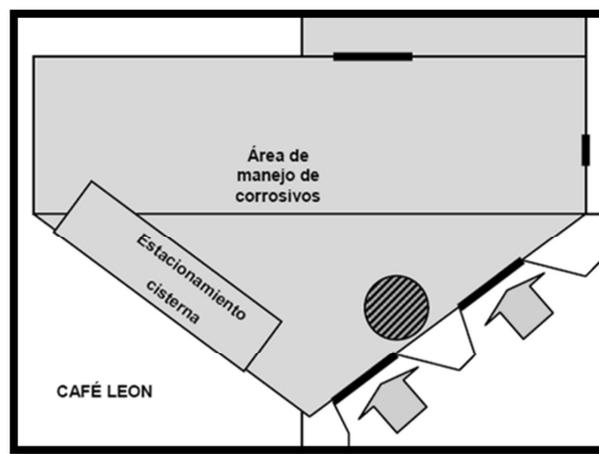
3.2.6 Clasificación de áreas

Para llevar a cabo la clasificación de las áreas, se determinaron las condiciones críticas y los riesgos latentes de cada una de ellas, respecto a cada uno de los temas de importancia. Dicho análisis se basó en los diagramas previamente establecidos en la empresa, tomando en cuenta las modificaciones en cuanto a los temas de seguridad de las áreas afectadas por las propuestas de cambio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

3.2.6.1 Diagrama de áreas modificadas

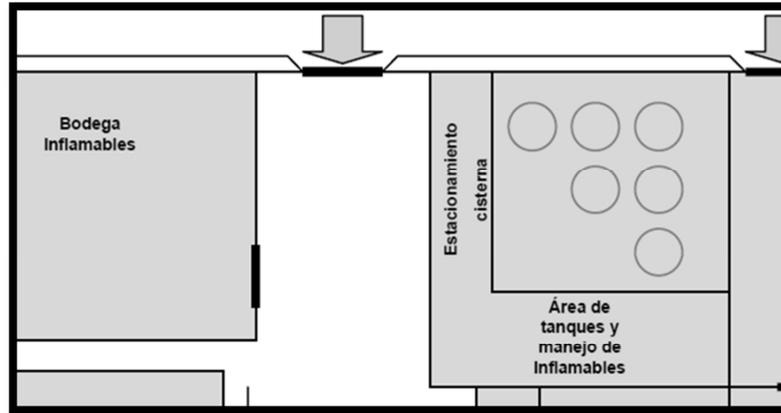
Con los análisis realizados, y gracias a información proporcionada por el jefe de operaciones, se lograron obtener los diagramas o bosquejos de las áreas afectadas, como se muestra en las Figuras 81 y 82:

Figura 81. Diagrama de área de corrosivos



Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

Figura 82. Diagrama de área de inflamables

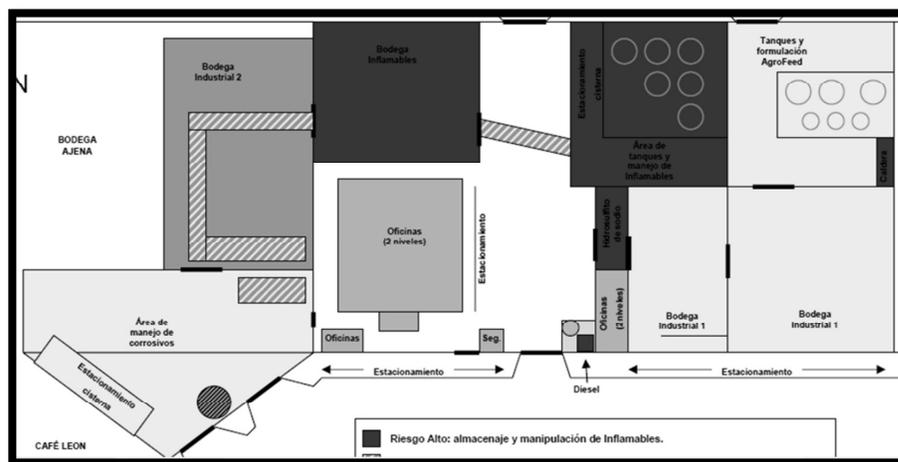


Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

3.2.6.2 Nivel de peligrosidad de áreas modificadas

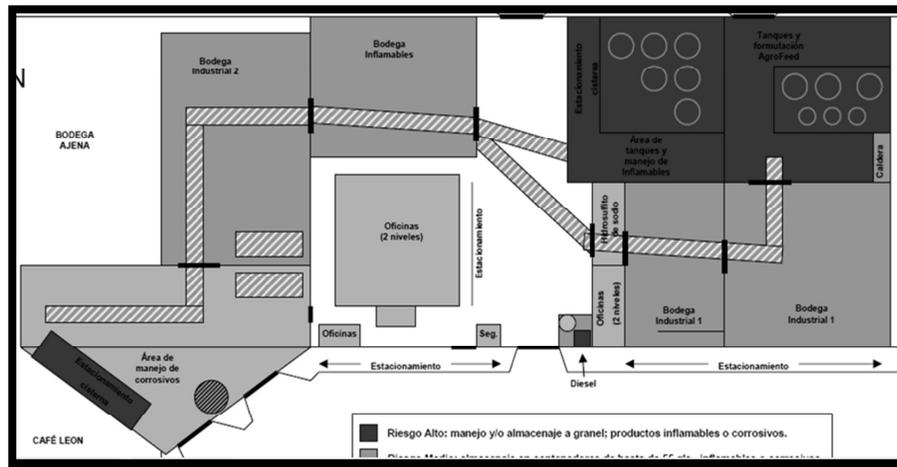
Posteriormente, se procedió a determinar los niveles de peligrosidad de cada una de las áreas modificadas, con respecto a los riesgos más relevantes. Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 83 y 84 a continuación:

Figura 83. Diagrama de riesgo de incendio



Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

Figura 84. Diagrama de riesgo de derrame líquido



Fuente: Guías Corporativas CASA, 2008.

3.2.7 Modificaciones propuestas al plan de contingencias

Los planes de contingencias con que actualmente cuenta la empresa son bastante sólidos, ya que están basados en las directrices y requisitos que establecen los normativos tanto internos como externos a los que se encuentra sujeta.

Dentro de los normativos internos que dan forma a estos planes, se encuentran las Guías Corporativas CASA. En cuanto a los normativos externos, se encuentran las tres normas por excelencia en dichas materias, la ISO 9000 (calidad), la OSHA 18000 (seguridad en el trabajo) y la ISO 14000 (ambiente).

Lo anterior respalda por completo lo establecido en los planes, principalmente los normativos externos, ya que el que la empresa se encuentre acreditada bajo dichas normas quiere decir que ha atravesado una serie de auditorías y evaluaciones rigurosas que demuestran que cumple con todos los

requisitos necesarios para proporcionar condiciones óptimas de seguridad a sus empleados.

A pesar de esto, se realizó un análisis sobre las características de los principales planes que conforman el plan general, para poder determinar si cumplen con los requisitos básicos para los que están diseñados. Además, se trató de establecer si se acoplan o se ven afectados por las modificaciones planteadas en el presente proyecto.

El análisis comprendió todos los factores que de una u otra forma se vieron modificados por las propuestas realizadas. Se tomó en cuenta la nueva distribución de las áreas, y si ésta afectaría las acciones a tomar en caso de emergencia establecidas en los planes de contingencia. Así mismo, se determinó a las modificaciones sufridas a las rutas de evacuación, equipo de seguridad y equipo de emergencia, afectarían el planteamiento de alguno de estos planes.

Se dialogó con las autoridades del Departamento CASA de la empresa sobre éstos temas, planteándoles las nuevas características de las diferentes áreas y sus respectivos diagramas, así como de las modificaciones a los sistemas de seguridad.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que las condiciones generales de los principales planes de contingencia no se verían afectadas, y que bastaba con proponer las pequeñas modificaciones presentadas en los incisos anteriores sobre las rutas de evacuación y señalización industrial correspondientes.

3.2.7.1 Contra incendios

Se determinó que esta sección no sufriría ninguna modificación significativa.

3.2.7.2 Contra desastre natural

Se determinó que esta sección no sufriría ninguna modificación significativa.

4. FASE DE DOCENCIA

Esta fase del proyecto contempla todas aquellas actividades que requirieron del contacto directo con el personal que labora en la planta, especialmente con los involucrados en las actividades que se vieron afectadas o modificadas por las propuestas de cambio del proyecto.

A continuación se presentan los temas tocados en las charlas, los métodos y elementos utilizados para la transmisión de dicha información al personal y los contenidos generales de cada una de las presentaciones.

4.1 Capacitaciones

Estas se llevaron a cabo siguiendo con los requisitos del proyecto, y aplicadas a las modificaciones que su implementación significaría. Para ello se realizaron presentaciones específicas sobre cada uno de los temas, enfocadas específicamente a los operarios que laboran en cada una de las áreas afectadas.

A continuación se describe cada uno de los temas presentados, así como los métodos de capacitación y herramientas empleadas para transmitir la información deseada.

4.1.1 Métodos de capacitación

Para lograr transmitir la información deseada de manera práctica y eficiente, se emplearon los siguientes métodos y herramientas.

4.1.1.1 Material audiovisual

El material audiovisual empleado para la transmisión de la información deseada fue principalmente la elaboración de presentaciones en *Microsoft PowerPoint*, en las cuales se incluyó la información de cada uno de los temas que había sido previamente obtenida en la realización del proyecto.

Esta herramienta permitió una transmisión eficiente de la información, debido a la capacidad de presentar datos, tablas e información gráfica que hace más sencillo el proceso de enseñanza/aprendizaje.

En las presentaciones se trató de incluir la menor cantidad de texto posible, presentando datos básicos que después fueron ampliados verbalmente. Así mismo, se incluyó la mayor cantidad posible de gráficos y diagramas, lo cual hizo más sencilla la captación de la información por parte de los empleados.

4.1.1.2 Charlas

Esta herramienta incluye las charlas concertadas tanto durante el proceso de capacitación como el resto del tiempo durante el desarrollo del proyecto, en cada una de las áreas de trabajo.

Las charlas impartidas durante las presentaciones, tenían como propósito transmitir información específica sobre las modificaciones y nuevas condiciones de las áreas incluidas en el proyecto, y estaban apoyadas por las presentaciones gráficas elaboradas.

Las charlas informales y ocasionales tuvieron lugar en cada una de las áreas de trabajo contempladas en el proyecto, teniendo como propósito realizar ciertas recomendaciones que se creían necesarias para optimizar las condiciones de trabajo en ellas, así como la transmisión inicial de los cambios que se deseaban implementar.

4.1.1.3 Práctica (simulacro)

Adicionalmente a las capacitaciones y charlas, se trató de llevar a la práctica la teoría general aprendida, con la realización de un simulacro de contingencia. Esta herramienta ayudó a refrescar la memoria de los operarios y personal integrante de las brigadas, en cuanto a sus respectivas funciones y acciones asignadas.

Su planeación y ejecución se basó en el registro de simulacros en años anteriores, siguiendo una serie de pasos y actividades que concluyeron en la ejecución del simulacro. Más adelante se describe paso a paso el proceso seguido para la planeación y ejecución del mismo.

4.1.2 Temas de capacitación

Los temas a impartir en las capacitaciones fueron establecidos en base a las modificaciones sufridas por las distintas áreas de la empresa y sus respectivas condiciones y características, a raíz de las propuestas de implementación de cambios planteadas en el proyecto. A continuación se presentan los temas impartidos, describiendo los puntos principales tocados en cada uno de ellos.

4.1.2.1 Modificaciones realizadas a las áreas de trabajo respectivas

La impartición de este tema es la base para todo el proceso de capacitación, ya que contempla todas aquellas modificaciones generales realizadas a cada una de las áreas afectadas con las propuestas de implementación de cambios.

Este fue tal vez el tema más importante del conjunto de capacitaciones, ya que ayudó a los operadores que entendieran de manera sencilla (a través de gráficos y diagramas), y en términos generales, las modificaciones físicas a implementar.

Así mismo, esta capacitación se aprovechó para tomar en cuenta las opiniones del personal involucrado en dichas actividades y áreas, y tomar en cuenta sus opiniones para tomar algunas decisiones particulares, como la elección del equipo a específico a implementar, la distribución final del mismo, etc.

Este tema incluyó, en términos generales, las modificaciones y nuevas características de las áreas modificadas, para luego dar paso a las demás charlas enfocados a temas más específicos. Para ello, se emplearon principalmente métodos gráficos, los que ayudaron a dar a entender la apariencia física de los nuevos equipos a instalar, así como su respectiva distribución en el área.

4.1.2.2 Modificaciones a plan de contingencias

Como se mencionó anteriormente, el plan de contingencias general, así como cada uno de los planes específicos que lo conforman, no sufrieron modificaciones a raíz de los cambios propuestos a implementar en las diferentes áreas que contempla el presente proyecto.

A pesar de esto, debido a la variación tanto de la maquinaria y equipo de estas áreas, así como su respectiva distribución, se generaron ciertas variaciones de los sistemas de seguridad existentes en las mismas y, por consiguientes, en los posibles riesgos presentes en cada uno de los procesos y sus actividades.

Las capacitaciones impartidas en cuanto a estos temas son las siguientes:

Análisis de riesgos

Los temas impartidos se enfocaron en las modificaciones sufridas por las condiciones actuales de seguridad, los cambios en cuanto a los riesgos latentes en el área y sus efectos, y las variaciones en la matriz de análisis de riesgos de las áreas afectadas. Los temas incluidos en la presentación fueron los siguientes:

- Condiciones actuales de seguridad
 - Área de inflamables
 - Bodega de productos Agrofeed

- Efectos de las modificaciones propuestas en las condiciones de seguridad actuales
 - Procesos afectados
 - Actividades afectadas
 - Riesgos eliminados
 - Nuevos riesgos
- Nuevas condiciones de seguridad
 - Área de inflamables
 - Bodega de productos Agrofeed
- Comparación: matriz de análisis de riesgos
 - Actual
 - Propuesta

Sistema de seguridad

Para este punto, los temas impartidos se enfocaron específicamente en todos los elementos del sistema de seguridad que se vieron afectados por las modificaciones a las diferentes áreas. Los temas incluidos en la presentación fueron los siguientes:

- Características del sistema de seguridad actual
 - Área de carga
 - Área de inflamables
 - Bodega de productos Agrofeed
- Efectos de las modificaciones propuestas en el sistema de seguridad actual

- Elementos de seguridad afectados
- Dispositivos de seguridad y emergencia afectados
- Nuevas características del sistema de seguridad
 - Señalización industrial
 - Equipo de protección personal
 - Rutas de evacuación y punto de reunión
 - Factores a tomar en cuenta

4.1.2.3 Niveles de toma de decisiones en caso de contingencia

Actualmente, la empresa cuenta con una matriz que establece las jerarquías en cuanto a la potestad de toma de decisión en caso de algún siniestro o desastre natural. Dicha matriz contienen las asignaciones de cada uno de los responsables de tomar acción, desde los encargados de dar instrucciones o guiar al personal hacia un lugar seguro, hasta los que integran la brigada de emergencia y deben combatir el siniestro.

La impartición de este tema fue únicamente como un recordatorio o refuerzo a las capacitaciones previamente recibidas por el personal, dirigidas por los encargados del Departamento CASA, con ayuda del jefe de operaciones.

Para ello, se tomó no solo el tema de los niveles de toma de decisión en caso de contingencia, sino los temas más estrechamente relacionados con él, como la brigada de contingencia existente. La presentación incluyó los siguientes puntos:

- Niveles de toma de decisiones en caso de contingencia

- Equipos de acción
 - Jefe de operación
 - Coordinador de personal
 - Encargado de primeros auxilios
 - Brigada de contingencia
 - Búsqueda y rescate

- Estaciones
 - Punto de control
 - Punto de reunión
 - Atención a heridos
 - Estación CASA

- Acciones principales
 - Notificación de contingencia
 - Autoridades de la empresa (de acuerdo a nivel de toma de decisiones)
 - Autoridades externas (bomberos, policía nacional, etc.)
 - Acciones primarias
 - Combate de contingencia
 - Búsqueda y rescate (en caso de ser necesario)
 - Atención a heridos
 - Recuento de personal
 - Verificación y análisis de daños

4.2 Planificación de simulacro

Anualmente, la empresa realiza varias prácticas y simulacros pequeños en cada una de sus terminales, cada uno enfocado en una contingencia que posiblemente pudiera ocurrir. Además, una vez al año, se realiza un simulacro general completo, como práctica de una contingencia por año.

Como parte del proyecto, se apoyó en la planificación y ejecución del simulacro anual general. En este caso, era el turno de realizar el simulacro de incendio. A continuación se describen las actividades realizadas desde el establecimiento del carácter del simulacro, hasta la ejecución final del mismo.

4.2.1 Establecimiento de carácter de simulacro

Para determinar la contingencia sobre la cual se realizaría el simulacro, se acudió al registro de los realizados con anterioridad. De acuerdo a ellos, la contingencia a practicar para éste año era la de incendio. Aparte de esto, las condiciones actuales tanto en la terminal Petapa como en la terminal de Santo Tomás, eran las propicias para poder llevar a cabo una práctica en conjunto.

4.2.2 Establecimiento de fecha

La fecha para la realización del simulacro contempló varios aspectos, siendo los principales los presentados a continuación:

- Disponibilidad por parte de las autoridades externas respectivas.
- Disponibilidad por parte del personal operativo de ambas terminales, quien es quién generalmente integra la brigada de contingencia, y realiza

la mayor parte de las actividades para contener la contingencia, así como aquellas de rescate y primeros auxilios.

- Época del año con la menor demanda registrada, así como etapa del mes elegido con el menor movimiento.
- En el caso de la terminal de Santo Tomás, se debió tomar en cuenta una fecha en la cual no estuviera descargando ningún barco con producto de la empresa.
- Condiciones normales de trabajo, para todos los empleados de la empresa.

Finalmente, siguiendo éstas limitantes, se estableció como fecha óptima para la realización del simulacro el viernes 18 de diciembre de 2009.

4.2.3 Notificación a autoridades respectivas

Esta etapa contempló la notificación de la realización del simulacro a las autoridades correspondientes para éste tipo de contingencia. Las autoridades notificadas fueron las siguientes:

- CONRED
- Policía Nacional Civil
- Bomberos Voluntarios
- Bomberos Municipales

La notificación se traslado tanto de manera escrita como verbal (a través del teléfono) a las diferentes autoridades. La información presentada fue bastante específica, proporcionando las características principales del simulacro, el carácter del mismo, el horario y la fecha propuesta para su

realización, y la contingencia específica a poner en práctica (incendio de una cisterna de solventes).

Además, se proporcionó información general sobre las características físicas de la empresa (dimensiones del área afectada, vías de acceso y/o evacuación, etc.), así como de la cantidad de personas que laboran en la misma.

4.2.4 Notificación a empresas aledañas

Esta fue la última actividad realizada antes de la puesta en práctica del simulacro. Consistió en notificar a las empresas aledañas, y a 500 metros a la redonda, sobre la información general del simulacro a llevar a cabo, principalmente para que no se alarmaran pensando que se trataba de una contingencia real, debido a la fuerte presencia de las diferentes autoridades.

Para ello, me dirigí personalmente de puerta en puerta, para trasladarle a las autoridades respectivas de cada una de las empresas, una carta elaborada previamente por el departamento CASA, con la siguiente información: fecha del simulacro y hora estimada, autoridades convocadas y carácter del simulacro.

5. MEDIO AMBIENTE

Esta última fase del proyecto presenta las actividades y medidas específicas que actualmente toma la empresa para contrarrestar los riesgos y posibles daños que la manipulación de productos químicos puede generar al medio ambiente.

Estas actividades incluyen tanto a las que forman parte de los procesos que diariamente se llevan a cabo en la empresa, como a actividades paralelas que se decidieron llevar a cabo con la finalidad beneficiar al medio ambiente y así nivelar un tanto la balanza por el daño inevitable y constante que causan al medio ambiente los productos manipulados.

5.1 Actividades de la empresa y su relación con el medio ambiente

Actualmente, muchas de las actividades comprendidas en los procesos desarrollados diariamente en la empresa, representan un riesgo latente tanto para los operarios que las realizan como para el medio ambiente. Esto debido a la naturaleza química de los productos que se manejan.

Por ejemplo, los ácidos (químicos corrosivos) son muy riesgosos para la salud de los operarios que los manipulan debiendo protegerse cuando llevan a cabo actividades en las que éstos productos se vean involucrados. Así mismo, estos productos son altamente nocivos para el medio ambiente, y en caso de algún derrame pueden generar altos niveles de contaminación a los suelos.

En el caso de los solventes (químicos inflamables), estos afectan a las personas y al medio ambiente de manera diferente. Los operarios que los manipulan, pueden verse afectados por los gases que despiden durante su manipulación, así como por las salpicaduras de producto que pueden llegar a causarles serios daños en la piel u órganos. Con respecto a los efectos sobre el medio ambiente, los mismos gases que despiden son uno de los daños que no pueden ser eliminados más si mitigados.

Así mismo, al igual que los corrosivos, si existiese un derrame de estos productos, los suelos resultarían contaminados seriamente. Finalmente, en caso de algún incendio o explosión por mala manipulación, se generarían serias repercusiones al medio ambiente, tanto por el humo y los gases expelidos como por los daños físicos que pueda causar el fuego en sí.

A continuación se describen las principales precauciones y medidas tomadas por la empresa para mitigar riesgo y daños latentes para cada una de las actividades listadas.

5.1.1 Manipulación de ácidos

Esta actividad se realiza bajo altas medidas de precaución, principalmente en cuanto a la protección de la piel empleada por los operarios que laboran en el área, así como a los elementos o dispositivos que se encuentran en el área para la protección del medio ambiente.

Una de las precauciones imprescindibles para la participación en el desarrollo del proceso por parte de los operarios es el empleo de un traje de PVC, el cual debe cubrir por completo el cuerpo del operario, evitando que cualquier espacio de piel u órgano quede al descubierto. Este consta de una

gabacha, un pantalón, guantes y botas, todos ellos de PVC, a excepción de las botas, que son de hule. El traje se complementa con una mascarilla *full face*, que cumple la doble función de protección de los ojos, nariz, boca y piel de la cara, así como del aparato respiratorio.

En cuanto a las precauciones específicas con el medio ambiente, el área cuenta con varios elementos que permiten asegurar que cualquier incidente ocurrido no le perjudicará de ninguna manera. Como principal medida están los diques de contención, cuya función es confinar cualquier tipo de derrame que llegase a ocurrir dentro de un área segura e impermeable.

Antes de iniciar la operación, se colocan en posición, bajo las diferentes uniones del sistema, unos recipientes que permitan la recolección de derrames menores o goteos. Para derrames mayores, ya iniciada la operación, existen dos tipos de diques.

El primero es aquel designado para contener algún derrame que ocurra directamente en el área de la cisterna, el cual sería considerablemente grande debido al diámetro de las mangueras conectadas.

El segundo es aquel designado para contener derrames medios, generados directamente en el área de llenado. Estos diques contemplan una menor dimensión, ya que los posibles derrames serían más leves debido la disminución del diámetro de las mangueras y lancetas empleadas para la operación en esa área.

Ambos diques son impermeables y permiten la contención de cualquier derrame hasta que pueda ser recogido o limpiado con las herramientas y bajo las indicaciones respectivas.

Además, el área cuenta con una canaleta de contención, que refuerza las medidas de seguridad establecidas. Esta está diseñada para contener y direccionar cualquier derrame hacia un dique diseñado especialmente para almacenar una cantidad considerable de producto, de manera segura, mientras éste es debidamente recolectado y desechado.

5.1.2 Manipulación de solventes

Las medidas preventivas para el área de solventes están enfocadas a factores un tanto diferentes. Mientras que para el área de corrosivos, el principal peligro al medio ambiente es el derrame del producto y posterior contaminación de los suelos, para el área de solventes el principal riesgo lo constituyen los gases expelidos por los productos y el riesgo latente de un incendio y/o explosión.

Los posibles riesgos a los que los operarios están sometidos son principalmente problemas y complicaciones físicas que puedan llegar a presentar debido a los efectos de los gases emanados o salpicaduras de producto en el sistema respiratorio y ojos del personal.

Este riesgo se mitiga casi por completo con el empleo de la mascarilla *full face*, la cual cumple la misma doble función que en el área de corrosivos, con la única diferencia que acá su función principal es la de protección de los gases emanados.

En cuanto a las medidas de prevención para el medio ambiente, el área también cuenta con un dique diseñado para contener cualquier tipo de derrame en el área de llenado, así como una canaleta que contiene cualquier derrame en el área de la cisterna.

Sobre la posibilidad de posibles riesgos de incendio, el área también posee medidas preventivas, específicamente en cuanto a la maquinaria y equipo empleado. Para evitar cualquier tipo de chispeo, en cuanto la cisterna ingresa al área, esta es conectada a tierra y permanece así un lapso de diez minutos hasta que se haya estabilizado.

Además, durante el proceso, cada uno de los tambores es conectado a tierra, antes de iniciar el llenado del mismo, para disipar cualquier tipo de electricidad estática o chispeo que se pueda presentar y sea causa de un incendio.

En cuanto a la maquinaria empleada, específicamente la eléctrica, esta está especialmente diseñada para poder ser utilizada en áreas donde se manejan productos inflamables. Su característica principal es la de ser "*explosion proof*", lo que asegura un sistema eléctrico completamente aislado del exterior, lo que reduce la posibilidad de generación de chispa o electrostática a un 0.01%. Incluso el montacargas designado para apoyar las actividades de esta área posee esta característica.

5.1.3 Elaboración de mezclas

Este proceso se lleva a cabo en dos áreas de la planta, la de solventes y la de Agrofeed, y conforma el único proceso netamente de producción, obteniendo productos finales a partir de la mezcla de materias primas. A continuación se describen las condiciones de seguridad y ambiente bajo las cuales se realiza ésta actividad en cada una de las áreas mencionadas.

5.1.3.1 Químicas

Este tipo de mezclas es llevado a cabo en el área de solventes, y contempla la mezcla de varios solventes y ácidos para obtener como resultado final un producto químico nuevo con características particulares.

Las medidas de prevención para proteger la integridad física de los operarios es la misma empleada para los demás procesos que se llevan a cabo en el área, con la única diferencia que cuando alguna de las materias primas es un ácido, el EPP presenta algunas variaciones.

Las medidas preventivas para el medio ambiente, incluyen recipientes ubicados debajo de las uniones del sistema de mangueras, para contener cualquier tipo de goteo o derrame menor. Así mismo la maquinaria utilizada para la realización de la operación posee la característica de ser *explosion proof*.

5.1.3.2 Fertilizantes

Este tipo de mezclas es un tanto diferente que las realizadas en el área de solventes, ya que está destinada para productos de diferente naturaleza. Aquí, las mezclas o formulaciones resultantes del proceso son fertilizantes que los clientes requieren para sus cosechas, por lo que requieren tener las cantidades exactas de cada uno de sus elementos, especialmente los productos químicos.

En este caso, las medidas tomadas hacia el medio ambiente son tanto preventivas como de beneficio., aunque existen algunas preventivas. Dentro de los beneficios se encuentra el hecho que el agua empleada para las

formulaciones es reciclada. Así mismo, los métodos empleados para calentar o enfriar la formulación (en caso de que sea caliente o fría, respectivamente) son totalmente ecológicos y ambientales.

Para calentar la formulación, se emplea el vapor proveniente de una caldera diseñada específicamente para funcionar con la menor cantidad de diesel posible, ahorrando casi un 60% del diesel que normalmente sería necesario para realizar el mismo proceso. Para enfriarla, se emplea un sistema de tuberías que rodea el reactor, por el cual circula agua fría que permite a que la temperatura de la formulación se reduzca hasta el punto deseado.

En cuanto a las medidas preventivas, el área posee un sistema de diques tanto para los tanques de almacenaje y los reactores, como para el sistema de bombas y mangueras empleadas. Además, posee una canaleta de contención, diseñada para recolectar y dirigir cualquier derrame de las materias primas hacia un dique diseñado para su contención.

5.1.4 Empleo de montacargas

Los montacargas empleados para las actividades de carga, descarga, suministro y retiro de producto en las diferentes áreas, también poseen características pensadas que benefician al medio ambiente y reducen las repercusiones de las actividades de la empresa sobre este. A continuación se presentan dichas características para cada uno de los tipos de montacargas empleados.

5.1.4.1 Eléctrico

Este tipo de montacargas es el menos dañino al medio ambiente, ya que emplea una batería recargable como fuente de energía, con una eficiencia de aprovechamiento de energía de un 90% aproximadamente. Debido a la naturaleza de su fuente de energía, su utilización no genera vapores o gases dañinos para la atmósfera. Así mismo, su característica de ser “*explosion proof*” evita el riesgo de causar un incendio por generación de estática y/o chispa en un 99.99%.

5.1.4.2 Diesel

Los efectos de este tipo de montacargas sobre el medio ambiente son un poco más perjudiciales que los generados por el montacargas eléctrico, debido a que su fuente de energía es el diesel. Este producto, para proporcionar la energía necesaria por el equipo, debe pasar por un proceso de combustión, el cual genera gases dañinos para el medio ambiente, específicamente a la atmósfera.

A pesar de esto, el montacargas posee la característica de eficiencia en el uso de combustible de un 85%, lo que ayuda a reducir los efectos dañinos en una buena medida. Esto se puede comprobar especialmente cuando se deben levantar cargas bastante pesadas o a alturas considerables, donde el montacargas diesel realiza la tarea fácilmente sin necesidad de consumir mucho combustible, mientras que el eléctrico no puede siquiera realizar la tarea.

Este equipo es tal vez el que más daño causa al medio ambiente de todos los existentes en la empresa. La razón de su permanencia es su

capacidad de carga y el hecho de que es más económico tanto en cuanto a inversión inicial como a reparaciones y repuestos durante el resto de su vida útil.

5.1.5 Almacenaje de productos

Esta actividad no genera mayores daños al medio ambiente, aunque puede convertirse en un gran problema de no llevar a cabo de manera adecuada el proceso. Los métodos y forma de almacenar los productos definen la integridad física de los mismos y de su respectivo recipiente.

Esto ya que, si los productos son almacenados de manera inadecuada, pueden generarse derrames de producto por rotura o mala colocación del recipiente, lo que puede incurrir en un efecto dañino para el medio ambiente, el cual incrementa su efecto negativo en relación con el producto químico que haya sido derramado.

Los problemas por esta actividad pueden ocasionarse también por el traslado de producto desde los vehículos que lo traslada hacia las bodegas de almacene, ya que esto puede ser causa de la caída y derrame del producto. Esto principalmente debido a la mala manipulación del montacargas por parte de los operadores, ya que por prisa o falta de capacitación, pueden generar algún accidente.

5.2 Manejo de desechos peligrosos

La empresa cuenta con métodos específicos para el manejo de cada uno de los desechos peligrosos generados a partir de sus actividades diarias. Como se mencionó anteriormente, la planta cuenta únicamente con dos procesos de

producción como tal, la formulación en el área de solventes y aquella realizada en el área de Agrofeed. De estas dos actividades son de las únicas que se generan desechos, ya que son las únicas que requieren de materias primas para la obtención del producto final deseado.

En cuanto a las formulaciones del área de solventes, éstas no generan ningún desecho que deba ser eliminado, ya que todos los elementos, recipientes y equipo no son desechables. Así mismo, las materias primas son productos líquidos que de no acabarse pueden permanecer en sus recipientes originales sin necesidad de ser desechados.

Para las formulaciones del área de Agrofeed, las condiciones son distintas. Estas requieren del uso de MP tanto líquida como sólida, cuyos envases o recipientes la mayoría deben ser desechados, así como los mismos remanentes de producto.

En el caso de los recipientes, que en su gran mayoría son sacos de entre 25 y 50 kilos, estos son desechados de manera adecuada con la contratación de una empresa que se dedica a la disposición adecuada de los residuos de producto, así como la limpieza y reciclaje de los empaques.

Por otro lado, en el área de Agrofeed también se generan desechos específicos de las formulaciones realizadas, especialmente cuando se lleva a cabo la limpieza de los tanques de almacenaje. Esta actividad genera desechos denominados "lodos", los cuales están compuestos de residuos de todas las materias primas empleadas para la formulación.

Ya que estas MP incluyen productos químicos, los lodos no pueden ser desechados de manera normal, sino deben pasar por un proceso de

neutralización para posteriormente ser desechados y no causar daño alguno al medio ambiente.

Al igual que con los sacos, para la extracción, neutralización y desecho de los lodos, son contratados los servicios una empresa certificada para realizar estas actividades. Esto comenzó como una iniciativa de la empresa, para posteriormente pasar a ser una medida exigida por la norma ISO 14000, bajo la cual se rigen todas las actividades de la empresa con el medio ambiente.

5.3 Beneficios al medio ambiente

La empresa, aparte de tomar acciones y medidas preventivas para proteger al medio ambiente, tiene como proyectos algunas actividades en beneficio del medio ambiente, relacionado pero independiente de los procesos que actualmente se llevan a cabo. Una de ellas, el aprovechamiento del agua de lluvia, se encuentra actualmente en curso. A continuación se describe en qué consiste dicha actividad y como se lleva a cabo.

5.3.1 Aprovechamiento del agua de lluvia

Esta actividad forma parte de las actividades que la empresa realiza en beneficio del medio ambiente, con la finalidad de compensar los daños inevitables generados por el manejo de productos químicos. La actividad como tal consiste en la recopilación y posterior utilización del agua de lluvia para las formulaciones de fertilizantes y demás productos Agrofeed.

La iniciativa de llevar a cabo esta actividad se presentó debido al hecho de que para las formulaciones del área de Agrofeed se emplean cantidades bastante grandes de agua, ya que esta conforma la materia prima principal e

indispensable para obtener los productos finales deseados. En promedio, para cada formulación son empleados 1,500 litros de agua, obtenida del servicio de agua municipal.

El proceso de recolección es bastante sencillo. Se lleva a cabo por medio del techo y canaletas de la Bodega Industrial # 1, los cuales reciben el agua de lluvia y la transportan por gravedad (y gracias a su inclinación de 30° con respecto a la horizontal) hacia el punto de recolección. Posteriormente el agua es trasladada, por medio de un sistema de tuberías, hacia los tanques destinados para su almacenaje.

En época de invierno, el agua recolectada representa un 35% del total de agua empleada para las formulaciones del área, mientras que en verano éste porcentaje disminuye aproximadamente a un 12%.

En ambas épocas del año, independientemente de la cantidad de agua que se logre recolectar, los beneficios son notables para el medio ambiente, y cuantificables para la empresa. Los datos representan un ahorro anual del 23.5% del total de agua requerida para las formulaciones, lo cual genera un beneficio a la naturaleza en la misma proporción, así como un ahorro de gastos en agua en el mismo porcentaje para la empresa.

CONCLUSIONES

1. El elemento principal que limita la eficiencia del proceso de carga, afectándole directa e indirectamente, es el subproceso de papeleo y certificados. De acuerdo a un segundo estudio de tiempos sobre este subproceso, se determinó que el elemento crítico que limita su desarrollo óptimo es la actividad de obtención de certificados.
2. Para la optimización del tiempo de carga total, se buscó la optimización del sub-proceso de papeleo y certificados. Para ello, se planteó la necesidad de elaborar los certificados de cada mercadería que ingresara a las bodegas, con lo que se logró tener al día los archivos en el departamento de despachos. Esto permitió la reducción del tiempo total promedio del subproceso en un 49.86%, así como el del proceso de carga en un 32.63%.
3. Con la propuesta de implementación de un nuevo sistema de *racks* del tipo selectivo en la bodega de productos Agrofeed, se logró un incremento de la capacidad de almacenaje de un 100%, aumentando la cantidad de espacios disponibles de 300 a 600. El nuevo sistema favorece por completo el método de rotación de inventarios PEPS empleado para el almacenaje, permitiendo la ubicación y acceso inmediato a los productos almacenados en ella.

La inversión estimada para la implementación del nuevo sistema de *racks* es de US\$ 32,040.96. Esto corresponde a 61% de los gastos (US\$ 44,700.00) en los que actualmente incurre la empresa por los servicios

de almacenaje externo y transporte debido a la falta de espacio en las propias bodegas, lo que nos proporciona un tiempo aproximado de recuperación de la inversión de entre 8 y 9 meses.

4. Con la distribución propuesta para el nuevo sistema de *racks*, se obtuvo una mayor eficiencia de los pasillos, gracias a los cuales el OM tendrá mayor accesibilidad y maniobrabilidad en el área. Así mismo, se logró un establecimiento óptimo de las rutas de evacuación, reduciendo al mínimo la distancia a recorrer necesaria para evacuar el área, siendo esta de 25m.
5. Con la implementación de la nueva maquinaria (máquina de llenado semi-automático, sistema de rodillos por gravedad, y polipasto) para el proceso de entamborado y su adecuada distribución, se logró reducir su tiempo de ejecución en un 50%, así como el involucramiento de la mano de obra en un 60% y el esfuerzo requerido en un 70%. Además, la eficiencia se incrementó en un 60% aproximadamente, transformando el proceso actual en uno mucho más práctico y automatizado.
6. Los estudios de ergonomía en el área de entamborado permitieron determinar el equipo adecuado a las exigencias ergonómicas y de seguridad.

Uno de los principales factores optimizados fue el de esfuerzo. Dicho factor fue el que más claramente se vio beneficiado ya que, en actividades como la colocación del tambor en la carrilera o su ubicación final en su respectiva tarima, el esfuerzo se vio notablemente reducido. En la primera debido a la reducción del número de tambores a colocar, y en la segunda debido al empleo de un polipasto para ubicar el tambor en

su lugar en la tarima. Así mismo, algunas actividades que requerían de esfuerzos grandes, como el traslado de los tambores al área de tarimas, fueron completamente eliminados, gracias a la implementación del sistema de rodillos por gravedad.

Otro de los principales factores era el de duración o exposición. Este se vio notablemente optimizado por la redistribución de la maquinaria y equipo, reduciendo el tiempo total del proceso y/o exposición a la actividad en un 50%.

7. Con la redistribución de la maquinaria y equipo en el área de solventes, se logró una optimización de la fluidez del proceso de entamborado ya que, como se puede observar en los diagramas de recorrido y de flujo de operaciones, tanto las distancias como los tiempos se vieron claramente reducidos.

Así mismo, los equipos de seguridad y emergencia en dicha área son ahora de más fácil y rápido acceso. En cuanto a las rutas de evacuación, la distancia máxima se redujo de 15 a 10 m, siendo ésta mucho más directa y menos riesgosa, debido a que se evita tener que evacuar a un costado de la conexión de la cisterna al sistema de mangueras; la distribución propuesta, a diferencia de la actual, permite que el área esté libre de obstáculos (tarimas, tambores, etc.) que puedan llegar a obstruir el paso de los operarios en caso de evacuación.

8. Posteriormente a los análisis realizados (plasmados en la Matriz de Análisis de Riesgos), se logró determinar que las condiciones y ambiente de seguridad y ergonomía en el trabajo, para el proceso de entamborado y la bodega de productos Agrofeed, se optimizaron considerablemente.

Muchos de los factores como esfuerzos, repetición y duración, entre otros, se vieron reducidos notablemente e incluso, algunos de ellos, eliminados.

Esto permitió que elementos como fatiga, riesgos de lesión por movimientos y esfuerzos considerables o por accidentes, etc., se modificaran de la misma manera.

RECOMENDACIONES

Jefe de Despachos:

1. Promover una buena comunicación y relación entre el departamento de despachos y el de ventas, para lograr una organización de los pedidos y rutas óptima que permita una satisfacción total del cliente.

Departamento de Operaciones:

2. Elaborar los certificados de análisis y calidad de los productos en el momento en que éstos ingresan a las bodegas de la empresa. Con esto, el departamento de despachos dispondrá inmediatamente de ellos cuando sean requeridos por alguno de los pedidos incluidos en las rutas de reparto.

Departamento de RRHH y Jefe de Operaciones:

3. Capacitar a los operarios, específicamente a los operadores de montacargas, sobre el uso adecuado del nuevo sistema de *racks* a implementar en la Bodega de Productos Agrofeed, que incluya como temas el aprovechamiento óptimo del espacio de almacenaje y el método de rotación de inventarios PEPS.
4. Capacitar a los operarios que laboran en el área de solventes sobre la manera de manipular la nueva maquinaria y las modificaciones en el flujo del proceso.

Jefe de Operaciones:

5. Enfocar la preparación y capacitación de los operarios principalmente a la máquina de llenado sub-superficial y al polipasto. La primera, ya que su manejo es semiautomático, requiere de un control PLC para recibir instrucciones, sobre el cual los operarios no poseen conocimiento alguno. La segunda, ya que es también un equipo nuevo sobre el cual los operarios tienen conocimiento previo.

Departamento CASA:

6. Considerar las condiciones de seguridad planteadas en la nueva matriz de análisis de riesgos de las áreas afectadas, para tomar en cuenta los cambios tanto positivos como negativos que puedan llegar a afectar la seguridad y ergonomía en el trabajo.
7. A pesar de las medidas tomadas actualmente para procurar el menor daño posible al medio ambiente, específicamente la adecuada disposición de los desechos y el aprovechamiento del agua de lluvias, se debe gestionar siempre la mejora continua de las mismas, especialmente en medidas preventivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. 2ª (ed). México: McGraw-Hill, 2005. 459 p. ISBN-10: 970-10-4657-9. ISBN-13: 978-970-10-4657-9.
2. MAZARIEGOS MOLINA, Pablo José. “Estudio de tiempos para la elaboración de los diagramas de procesos (DFP, DOP Y DRP) de las líneas de producción de bombón, dulce y paleta en la fábrica productos La Sultana”. Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2006.
3. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. 11ª (ed). México: McGraw-Hill, 2004. 745 p. ISBN 970-15-0993-5. ISBN 0-07-246824-6
4. TORRES MÉNDEZ, Sergio Antonio. *Ingeniería de plantas* (ed). Guatemala Universitaria, 2008. 178 p.

ANEXOS

Bodega de Productos Agrofeed – sistema de *racks* implementado

