



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

**MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE
EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA**

Juan Pablo Ochaeta Castro

Asesorado por Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, mayo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN
LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN PABLO OCHAETA CASTRO

ASESORADO POR: INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 16 de octubre de 2006.


Juan Pablo Ochaeta Castro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de abril 2008
Ref. EPS. D. 277.04.08

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JUAN PABLO OCHAETA CASTRO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la suscrita.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Norma Heana Sarmiento Zecena
Asesora – Supervisora y Directora Unidad de EPS

NISZ/nader



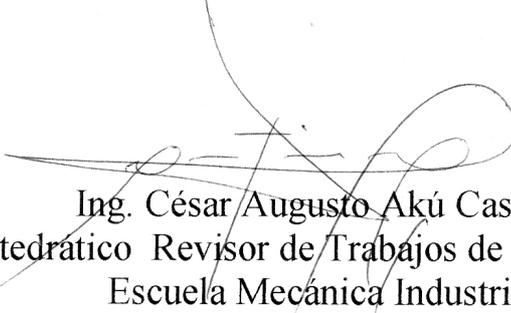
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Ochaeta Castro**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial
César Aku Castillo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,073

Guatemala, abril de 2008.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

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 **MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Ochaeta Castro**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

**Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial**

Guatemala, mayo de 2008.



/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.173.2008

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: **MINIMIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE EN LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE ABASA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Ochaeta Castro**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a large, empty oval shape.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2008.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por haberme permitido culminar mi carrera, bendiciendo e iluminando mis esfuerzos y dedicación en todo momento para alcanzar cada uno de los objetivos que me he trazado.

MIS PADRES

Mario Roberto y Bianca Hilda. Por darme su apoyo incondicional, su amor, sus ejemplos, su aliento y por estar conmigo en cada día y cada momento de mi vida para lograr mis sueños y compartirlos con ellos.

MI HERMANO

Mario Roberto(+). Porque siempre vivirás en mi corazón y ser la fuente de inspiración para lograr este triunfo.

MI SOBRINO

Mario Roberto. Por ser una alegría y amor en mí, y que este triunfo le sirva de ejemplo para su vida.

MI ABUELITA

Mery. Por su cariño y comprensión durante el tiempo que estudié la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

**FAMILIAS OCHAETA Y
CASTRO**

Por su cariño y apoyo incondicional.

ABASA

Empresa que me abrió las puertas para realizar mi trabajo de graduación y permitir recoger los primeros frutos de mi profesión.

**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

Por permitir darme las herramientas y conocimientos para mi vida profesional.

MIS AMIGOS

Por ser parte de este sueño, grande y hermoso y que ahora puedo compartirlo.

**SAN FRANCISCO,
PETÉN**

Por ser el municipio más hermoso de Petén y donde empecé a dar mis primeros pasos para lograr este triunfo.

MI ASESORA

Inga. Norma Ileana Sarmiento, por compartir sus conocimientos, consejos y apoyo para la elaboración del trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XXIII
GLOSARIO	XXV
RESUMEN	XXXI
OBJETIVOS	XXXIII
INTRODUCCIÓN	XXXV
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA ABASA	
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.2. Visión y misión	2
1.2.1. Visión	3
1.2.2. Misión	3
1.3. Principios y valores	3
1.3.1. Principios	3
1.3.2. Valores	4
1.4. Política de calidad	4
1.5. Actividades a que se dedica	4
1.6. Estructura organizacional	5
1.7. Departamento de producción	7
1.7.1. Descripción	7
1.7.2. Funciones	8
1.7.3. Estructura organizacional del departamento de producción	8

2. MARCO TEÓRICO

2.1.	Envase retornable	11
2.1.1.	Materia prima	13
2.1.2.	Tipos	13
2.1.3.	Utilización en el mercado	14
2.2.	Desperdicio de envase retornable	15
2.3.	Herramientas de diagnóstico	16
2.3.1.	Análisis FODA	17
2.3.2.	Diagrama Causa-Efecto	18
2.3.3.	Diagrama de Pareto	20
2.3.4.	Hojas de verificación o comprobación	21
2.3.5.	Priorización de causas	22
2.4.	Procesos productivos	23
2.4.1.	Descripción de procesos	24
2.4.2.	Diagramación de procesos	24
2.4.2.1.	Diagrama de flujo del proceso	24
2.4.2.2.	Flujograma de procesos	26
2.4.2.3.	Diagrama de recorrido del proceso	28
2.4.3.	Equipo y maquinaria	29
2.4.4.	Control estadístico del proceso	30
2.4.4.1.	Gráficos de control por atributos	31
2.4.5.	Programa de producción	34
2.4.6.	Eficiencia de producción	35
2.5.	Agua residual	35
2.5.1.	Tipos	35
2.5.2.	Características	35
2.5.3.	Manejo	36
2.6.	Capacitación del personal	36

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1.	Diagnóstico general de la empresa ABASA	39
3.2.	Diagnóstico del departamento de producción	42
3.3.	Áreas de trabajo	45
3.3.1.	Equipo y maquinaria de línea	61
3.4.	Descripción de procesos	68
3.4.1.	Flujograma del proceso	70
3.4.2.	Diagrama de recorrido del proceso	73
3.5.	Cálculo del desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción	75
3.5.1.	Producción programada	75
3.5.2.	Cuantificación del desperdicio de envases retornables en producciones generadas (unidades) basados en registros	75
3.5.2.1.	Envase sucio	75
3.5.2.2.	Nivel de llenado	76
3.5.2.3.	Defecto físico (quebraduras)	78
3.5.2.4.	Rotura de envases	76
3.5.2.5.	Producto defectuoso	76
3.5.3.	Cálculo de la eficiencia de producción	81
3.5.4.	Identificación de causas asignables y problemas que provocan incumplimiento de metas de producción	86
3.6.	Personal	88
3.6.1.	Cantidad de personal operativo en el departamento de producción	88
3.6.2.	Análisis del puesto y lugar de trabajo	89

3.7.	Manejo del agua residual en el área de manufactura	91
3.7.1.	Bosquejo del área	92
3.7.2.	Análisis de la situación actual	94

4. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTA Y MEJORA

	Minimizar el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción	95
4.1.1.	Identificación de puntos de control generadores de desperdicio	95
4.1.2.	Implementación del control estadístico del proceso	99
4.1.3.	Definición de atributos	99
4.1.4.	Elaboración de hojas y/o formatos para recolección de datos	105
4.1.5.	Definición de métodos para recolectar datos (Muestreos)	111
4.1.6.	Elaboración de gráficos de control para atributos seleccionados	115
4.1.6.1.	Envase sucio	115
4.1.6.2.	Nivel de llenado	121
4.1.6.3.	Defectos físicos	126
4.1.6.4.	Producto defectuoso	132
4.1.6.5.	Roturas de envases	137
4.1.7.	Utilización de las herramientas de diagnóstico para determinar causa raíz a problemas identificados causantes de desperdicio de envase retornable	146
4.1.7.1.	Elaboración de plan de acción	147

4.1.7.2.	Ejecución de actividades de plan de acción y mejoramiento	149
4.1.8.	Comparación de resultados	247
4.1.9.	Presentación de resultados finales	267
4.1.10.	Documentación	268
4.1.10.1.	Manejo y control de documentos	269
4.2.	Personal	271
4.2.1.	Nuevas funciones para el puesto de trabajo originadas de la implementación del proyecto	271
4.3.	Manejo y control de documentos	275
4.4.	Capacitación	278
4.5.	Costos de implementación	294

5. PROPUESTA AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO DEL AGUA RESIDUAL EN EL ÁREA DE MANUFACTURA

5.1.	Manejo adecuado del agua residual en el área de manufactura	295
5.1.1.	Características del agua residual	295
5.1.2.	Cuantificación de la cantidad de agua residual generada en una jornada de producción	296
5.1.3.	<i>Check list</i> de identificación de riesgos de contaminación al ambiente	303
5.1.4.	Propuesta de manejo	303
5.2.	Capacitación	325
5.3.	Cotos de implementación	327

CONCLUSIONES	331
RECOMENDACIONES	335
BIBLIOGRAFÍA	337

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama general de ABASA.	06
2	Organigrama del departamento de producción.	09
3	Ciclo de vida de un envase retornable.	12
4	Ejemplo de diagrama Causa – Efecto.	19
5	Ejemplo de diagrama de Pareto.	21
6	Área de recepción de envases.	46
7	Inspección previa a desencajonado.	47
8	Área de desencajonado.	48
9	Desencajonado.	48
10	Área de coacción de cajilla.	49
11	Área de entrada a la lavadora.	50
12	Área de salida de lavadora.	51
13	Inspección de envase limpio (lámparas de vacío).	53
14	Área de llenado.	54
15	Llenado.	55
16	Inspección de producto terminado.	56
17	Área de encajonado o empacado.	57
18	Inspección previa al paletizado.	58
19	Área de paletizado.	59
20	Bodega de producto terminado.	60
21	Desempacadora o desencajonadora.	61
22	Lavadora.	62
23	Llenadora.	63
24	Video jet.	63

25	Encajonadora o empacadora.	64
26	Paletizadora.	65
27	Transportadores.	66
28	Coronador.	66
29	Lámparas de inspección.	67
30	Capsulador.	68
31	Flujograma del proceso.	71
32	Diagrama de recorrido del proceso.	74
33	Gráfico de desperdicio del mes de octubre '06.	78
34	Gráfico de desperdicio del mes de noviembre '06.	79
35	Gráfico de desperdicio del mes de diciembre '06.	80
36	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de octubre '06.	81
37	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de noviembre '06.	83
38	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de diciembre '06.	84
39	Gráfico de comportamiento de la eficiencia – desperdicio de envase retornable. Año 2006.	85
40	Diagrama causa-efecto del problema de desperdicio en envase retornable.	87
41	Plano del área de manufactura.	92
42	Posición de los drenajes.	93
43	Posición de los drenajes de la lavadora.	93
44	Diagrama Causa-Efecto del problema del manejo inadecuado del agua residual.	94
45	Identificación de puntos de control generadores de desperdicio en área de manufactura.	98
46	Envase sucio que contiene basura.	101
47	Envase sucio que contiene moho.	101
48	Bajo nivel de llenado.	102
49	Producto defectuoso por falta de tapa.	103

50	Defecto físico (corte).	104
51	Defecto físico (abolladura).	104
52	Gráfico de control de envase sucio del mes de octubre '06.	118
53	Gráfico de control de envase sucio del mes de noviembre '06.	119
54	Gráfico de control de envase sucio del mes de diciembre '06.	120
55	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de octubre '06.	124
56	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de noviembre '06.	125
57	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de diciembre '06.	126
58	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de octubre '06.	129
59	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de noviembre '06.	130
60	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de diciembre '06.	131
61	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de octubre'06.	135
62	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de noviembre '06.	136
63	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de diciembre '06.	137
64	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de octubre '06.	142
65	Gráfico rotura de envases por equipos del mes de octubre '06.	142
66	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de noviembre '06.	143
67	Gráfico rotura de envases por equipos del mes de noviembre '06.	144
68	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de diciembre '06.	145
69	Gráfico rotura de envases por equipos del mes de diciembre '06.	145

70	Diagrama de Pareto.	147
71	Gráfico de paros mecánicos del mes de noviembre '06.	151
72	Gráfico de control de arranques del mes de noviembre '06.	152
73	Revisión de la presión que ejerce la tulipa sobre el envase antes del arranque de producción en el equipo desempacadora.	154
74	Revisión de temperatura para evitar sobrecalentamiento de envases y se quiebren.	155
75	Revisión de cambio de presentación.	155
76	Revisión de estrellas de cambios de presentación.	156
77	Revisión del cabezal y guías de movimiento de envase.	156
78	Revisión del circuito eléctrico de los ascensores, para ser conectados a los moto reductores de los elevadores de tarima.	157
79	Gráfico de paros mecánicos del mes de diciembre '06.	158
80	Gráfico de control de arranques del mes de diciembre '06.	159
81	Reparación de válvulas de llenado por el personal de mantenimiento.	162
82	Reparación y ajustes a las válvulas de llenado antes de operación por el operador de llenadora.	162
83	Inspección final sobre las válvulas de llenado antes de operación por el supervisor de producción y mecánico de línea.	162
84	Saneamiento de las válvulas de llenado después de ajustes y verificación por el laboratorio de control de calidad.	163
85	Entrega de válvulas de llenado saneadas por el laboratorio de control de calidad al operador de llenadora.	163
86	Evaluación de posición de válvula en llenadora durante operación.	163
87	Ajustes a las cañas antes de operación por el operador de llenadora.	164
88	Evaluación de altura de cañas.	165

89	Verificación de altura de cañas por el supervisor de producción	165
90	Saneamiento de las válvulas de llenado después de ajustes y verificación por el laboratorio de control de calidad.	165
91	Entrega de cañas de llenado saneadas por el laboratorio de control de calidad al supervisor de producción.	166
92	Ajuste de altura de cañas en las válvulas de llenado durante operación.	166
93	Gráfico de paros mecánicos del mes de enero '07.	167
94	Gráfico de control de arranques del mes de enero '07.	168
95	Gráfico de paros mecánicos del mes de febrero '07.	169
96	Gráfico de control de arranques del mes de febrero '07.	169
97	Gráfico de paros mecánicos del mes de marzo '07.	170
98	Gráfico de control de arranques del mes de marzo '07.	171
99	Gráfico de control de envase sucio del mes de enero '07.	190
100	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de enero '07.	191
101	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de enero '07.	192
102	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de enero '07.	193
103	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de enero '07.	194
104	Gráfico comparativo entre el % índice de rotura promedio por equipos y su límite superior (meta) del mes de enero '07.	197
105	Gráfico de control de envase sucio del mes de febrero '07.	201
106	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de febrero '07.	202
107	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de febrero '07.	203
108	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de febrero '07.	204
109	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de febrero '07.	205
110	Gráfico comparativo de rotura de envase por equipo.	207

111	Gráfico de control de envase sucio del mes de marzo '07.	211
112	Gráfico de control de nivel de llenado del mes de marzo '07.	212
113	Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de marzo '07.	213
114	Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de marzo '07.	214
115	Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de marzo '07.	215
116	Gráfico rotura de envases por equipos del mes de marzo '07.	216
117	Gráfico comparativo de rotura de envase por equipo.	218
118	Reparación de campanas en las tulipas.	227
119	Mantenimiento de embudo de chorros para mejor limpieza de envases.	227
120	Ajustes a la estrella de salida del tazón.	228
121	Ajustes a los cilindros y roscas de llenado.	228
122	Reparación de mariposas de llenado de válvulas.	228
123	Inspección de mariposas de llenado de válvulas durante operación.	229
124	Reparación de centradores de colocación de envases en llenadora.	229
125	Inspección de reparación de centradores.	229
126	Operación de reparación de empujadores de cajilla.	230
127	Empujadores reparados listos para operación.	230
128	Arreglar la fotocelda de activación de movimientos de envase.	230
129	Reparación de los elevadores y guías de descarga de envase con producto.	230
130	Reparación de cabezales de salida de envase.	231
131	Reparación de rodillos de salida de cajilla.	231
132	Reparación de elevador de cajilla.	232
133	Reparación de ascensor de tarima.	232

134	Inspección de bolsillos defectuosos en el canjilón.	233
135	Separar el bolsillo defectuoso del canjilón.	234
136	Colocación de bolsillo nuevo en el canjilón.	234
137	Colocación de sujetadores al bolsillo en el canjilón.	234
138	Inspección sobre la colocación de bolsillos en el canjilón.	235
139	Inspección final de colocado de bolsillos en el canjilón.	235
140	Funcionamiento de bolsillos nuevos en los canjilones.	236
141	Mantenimiento preventivo a las tulipas y campanas que sujetan el envase.	240
142	Mantenimiento preventivo al coronador por el operador de la llenadora.	240
143	Mantenimiento preventivo de la mesa de carga de envase en la entrada de la lavadora (cambio de cadena del transportador).	241
144	Mantenimiento preventivo de la mesa de carga de envase en la entrada de la lavadora (ajustes a las guías de la cadena).	241
145	Mantenimiento preventivo a la paletizadora sobre las compuertas de cajillas.	242
146	Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por parte del operador de descajonadora e indicación de falla reportada.	242
147	Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por el operador de la llenadora y recibimiento de pieza reparada.	243
148	Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por el operador de encajonadora e indicación de falla reportada.	243
149	Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por parte del operador de paletizadora e indicación de falla reportada.	243
150	Ajustes del operador sobre el rodillo que moviliza el envase a la estrella de la llenadora.	246

151	Verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml, sobre los transportadores del proceso.	246
152	Verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml, sobre la estrella de salida de la llenadora.	247
153	Gráfica de comparación sobre arranques de línea.	248
154	Gráfica de comparación de resultados de envase sucio en las producciones de Coca Cola 354 ml.	252
155	Gráfica de comparación de resultados sobre bajo nivel de llenado, en las producciones de Coca Cola 354 ml.	253
156	Gráfica de comparación de resultados sobre producto defectuoso, en las producciones de Coca Cola 354 ml.	254
157	Gráfica de comparación de resultados sobre defectos físicos, en las producciones de Coca Cola 354 ml.	255
158	Gráfica de comparación de resultados sobre rotura de envase, en las producciones de Coca Cola 354 ml.	256
159	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de enero '07.	258
160	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de febrero '07.	259
161	Gráfico de comportamiento de la eficiencia de marzo '07.	260
162	Gráfico de comportamiento de la eficiencia durante el proyecto.	261
163	Gráfico eficiencia – % índice de desperdicio de envase retornable.	262
164	Gráfica de comparación de resultados sobre el reporte de atención a fallas mecánicas.	264
165	Gráfica sobre el total de desperdicio de envase retornable en las producciones mensuales de ABASA expresados en % índice.	268
166	Capacitación sobre el proyecto a realizar.	281
167	Grupo de operarios recibiendo capacitación.	282
168	Atributos que generan desperdicio de envase retornable (envase sucio).	282

169	Atributos que generan desperdicio de envase retornable (nivel de llenado).	282
170	Presentación del plan de acción.	283
171	Grupo de capacitados (mantenimiento, control de calidad y producción).	284
172	Compromisos adquiridos entre los tres departamentos.	284
173	Uso de los formatos a operadores de equipos (personal de producción).	286
174	Uso de los formatos a operadores de las lámparas de vacío y de lleno por el supervisor de línea (personal de producción).	286
175	Uso de los formatos en físico (papel).	287
176	Uso de los formatos en equipo de cómputo (personal de producción).	287
177	Uso de los formatos (personal de control de calidad).	288
178	Uso de los formatos y forma de entrega (personal de control de calidad y producción).	288
179	Uso de los formatos en equipo de cómputo (personal de control de calidad).	288
180	Presentación de resultados de avance del plan de acción (Personal de producción).	289
181	Presentación de avance del plan de acción (personal de control de calidad).	290
182	Presentación de avance en plan de acción (auxiliares y supervisores de mantenimiento).	291
183	Presentación de resultados por el jefe de producción.	292
184	Presentación de resultados por el supervisor de producción.	292
185	Lectura de resultados obtenidos en el proyecto.	292
186	Agradecimiento por resultados logrados al personal de producción.	293

187	Ubicación de la salida de agua residual en la lavadora.	298
188	Ubicación de la salida de agua residual en los transportadores.	300
189	Plano propuesto de drenajes para el control del agua residual.	308
190	Plano de propuesta de neutralización del pH, en el sitio de descarga.	323
191	Capacitación al personal de control de calidad sobre características del agua residual.	325
192	Capacitación al personal de control de calidad sobre pretratamiento de manejo del agua residual.	326
193	Capacitación al personal de control de calidad sobre tratamiento secundario de manejo del agua residual.	326

TABLAS

I	Representación de análisis FODA.	18
II	Representación de una priorización de causas.	23
III	Simbología de un diagrama de flujo del proceso.	25
IV	Simbología de un flujograma.	27
V	Diagnóstico FODA de la empresa ABASA.	39
VI	Diagnóstico FODA del departamento de producción de ABASA.	42
VII	Tabla de recolección de datos del mes de octubre '06.	78
VIII	Tabla de recolección de datos del mes de noviembre '06.	79
IX	Tabla de recolección de datos del mes de diciembre '06.	80
X	Cálculo de eficiencia del mes de octubre '06.	81
XI	Cálculo de eficiencia del mes de noviembre '06.	82
XII	Cálculo de eficiencia del mes de diciembre '06.	83
XIII	Resultados eficiencia – desperdicio de envase retornable año 2006.	85

XIV	Relación áreas de trabajo – desperdicio de envase retornable.	96
XV	Formato de recolección de datos sobre envase sucio.	105
XVI	Formato de recolección de datos sobre bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico.	108
XVII	Formato de recolección de datos sobre rotura de envase.	109
XVIII	Formato de recolección de datos sobre rotura de envase en forma global.	110
XIX	Tabla de recolección de datos de envase sucio de octubre '06.	118
XX	Tabla de recolección de datos de envase sucio de noviembre '06.	119
XXI	Tabla de recolección de datos de envase sucio de diciembre '06.	120
XXII	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de octubre '06.	123
XXIII	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de noviembre '06.	124
XXIV	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de diciembre '06.	125
XXV	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de octubre'06.	129
XXVI	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de noviembre '06.	130
XXVII	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de diciembre '06.	131
XXVIII	Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de octubre '06.	134
XXIX	Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de noviembre '06.	135
XXX	Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de diciembre '06.	136

XXXI	Tabla de recolección de datos sobre rotura de envases de octubre '06.	141
XXXII	Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de noviembre '06.	143
XXXIII	Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de diciembre '06.	144
XXXIV	Tabla de priorización de causas.	146
XXXV	Plan de acción.	147
XXXVI	Control de arranques de producción del mes de noviembre '06.	151
XXXVII	Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de noviembre '06.	153
XXXVIII	Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de noviembre '06.	153
XXXIX	Control de arranques de producción del mes de diciembre '06.	158
XL	Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de Producción durante el mes de diciembre '06.	160
XLI	Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de diciembre '06.	160
XLII	Control de arranques de producción del mes de enero '07.	167
XLIII	Control de arranques de producción del mes de febrero '07.	168
XLIV	Control de arranques de producción del mes de marzo '07.	170
XLV	Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de enero '07.	172
XLVI	Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el Desperdicio de envase retornable durante el mes de enero '07.	172
XLVII	Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de febrero '07.	173

XLVIII	Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de febrero '07.	173
XLIX	Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de marzo '07.	173
L	Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de marzo '07	174
LI	Comparación de resultados en los arranques de producción.	175
LII	Descripción de metas sobre el desperdicio de envase retornable para el año 2007.	176
LIII	Descripción de metas sobre el desperdicio de envase retornable por roturas de equipos para el año 2007.	177
LIV	Tabla de recolección de datos del mes de enero '07.	188
LV	Tabla de recolección de datos de envase sucio de enero '07.	190
LVI	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de enero '07.	191
LVII	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de enero '07.	192
LVIII	Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de enero '07.	193
LIX	Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de enero '07.	194
LX	Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de enero '07.	196
LXI	Tabla de recolección de datos del mes de febrero '07.	199
LXII	Tabla de recolección de datos de envase sucio de febrero '07.	200
LXIII	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de febrero '07.	201
LXIV	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos del mes de febrero '07.	202
LXV	Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de febrero '07.	203

LXVI	Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de febrero '07.	204
LXVII	Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de febrero '07.	207
LXVIII	Tabla de recolección de datos del mes de marzo '07.	209
LXIX	Tabla de recolección de datos de envase sucio de marzo '07.	211
LXX	Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de marzo '07.	212
LXXI	Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos del mes de marzo '07.	213
LXXII	Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de marzo '07.	214
LXXIII	Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de marzo '07.	215
LXXIV	Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de marzo '07.	218
LXXV	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de octubre '06.	222
LXXVI	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de noviembre '06.	222
LXXVII	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de diciembre '06.	223
LXXVIII	Tabla de comparación de resultados en base a efectividad de trabajo.	223
LXXIX	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de enero '07.	224
LXXX	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de febrero '07.	225
LXXXI	Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de marzo '07.	226
LXXXII	Formato de mantenimiento preventivo a equipos.	239
LXXXIII	Tabla de comparación sobre arranques de línea.	248
LXXXIV	Tabla de resultados sobre envase sucio en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml).	251

LXXXV	Tabla de resultados sobre bajo nivel de llenado, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354ml).	252
LXXXVI	Tabla de resultados sobre producto defectuoso, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml).	253
LXXXVII	Tabla de resultados sobre defectos físicos en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml).	254
LXXXVIII	Tabla de resultados sobre rotura de envase, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml).	255
LXXXIX	Tabla de resultados globales (% índice) sobre la minimización de desperdicio de envase retornable, en las operaciones de producción de ABASA.	256
XC	Tabla de cálculo de eficiencia del mes de enero '07.	257
XCI	Tabla de cálculo de eficiencia del mes de febrero '07.	258
XCII	Tabla de cálculo de eficiencia del mes de marzo '07.	259
XCIII	Eficiencias mensuales.	260
XCIV	Comparación de resultados eficiencia – % índice de desperdicio de envase retornable.	261
XCV	Tabla de comparación de resultados sobre el reporte de atención a fallas mecánicas.	263
XCVI	Cantidad de desperdicio de envase retornable de Coca Cola 12 onzas (354 ml) expresado en % índice.	267
XCVII	Matriz de documentación.	270
XCVIII	Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de producción.	272
XCIX	Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de mantenimiento.	274
C	Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de control de calidad.	275
CI	Sistema de manejo y control de indicadores.	277

CII	Integración de indicadores de producción.	278
CIII	Programa de capacitaciones a impartir en ABASA.	280
CIV	Presentación de costos.	294
CV	<i>Check list</i> de identificación de riesgos de contaminación ambiental.	303
CVI	Estándares requeridos para el manejo del agua residual.	305
CVII	Programa de manejo de materiales químicos contaminantes de aguas residuales.	311
CVIII	Tabla de resultados sobre pH generado en la lavadora.	313
CIX	Tabla de resultados finales sobre neutralización de pH generado en la lavadora.	317
CX	Propuesta de manejo de agua residual (pH) en la fuente de generación.	320
CXI	Análisis de costos de uso de ácido sulfúrico en la fuente de Generación.	328
CXII	Análisis de costos de uso de ácido sulfúrico en el sitio de descarga.	329
CXIII	Análisis de costos de propuesta de neutralización de pH en el sitio de descarga.	329

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
MI	Mililitros
%	Índice o porcentaje
°C	Grados centígrados
SiO₂	Arena de sílice
Na₂CO₃	Carbonato sódico
CaCo₃	Caliza
L.I.C.	Límite de control inferior
L.C.C.	Límite de control central
L.C.S.	Límite de control superior
H₂SO₄	Ácido sulfúrico

GLOSARIO

ABASA	Alimentos y Bebidas del Atlántico S. A.
Acción correctiva	Acción tomada para eliminar las causas de una no-conformidad existente, con el fin de prevenir recurrencia. Incluye un análisis riguroso de las causas raíz dentro de las cuatro etapas básicas investigación, implementación, medición y evaluación
Ácido Sulfúrico	Es un líquido corrosivo, de gran viscosidad, incoloro y con una densidad relativa de 1,85. Tiene un punto de fusión de 10,36 °C, un punto de ebullición de 340 °C y es soluble en agua en cualquier proporción, su fórmula es H_2SO_4 ,
Agua residual	Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por procesos productivos o por personas.
Atributos	Son datos menos exactos, es decir, no se pueden medir. Tal como una muestra es buena o mala, pasa o no-pasa, etc. Como por ejemplo: sabor, olor, apariencia, etc.

Bag in Box	Producto terminado empacado en bolsa de 5 galones destinado para su venta.
Bolsillo	Sujetador del envase retornable, colocado en el canjilón de la lavadora.
Botellas de vidrios retornables	Botellas de vidrio utilizadas en el embotellado de productos Coca Cola y que para su uso en dichos productos deben cumplir ciertos requerimientos en cuanto a las condiciones de lavado de las mismas.
Cajilla plástica	Está considerado como un material secundario, en la cual van colocados los envases de vidrio.
Canjilón	Dispositivo de sujeción de bolsillos colocados en la lavadora.
Caña	Dispositivo que transita el jarabe terminado de la válvula de llenado a la botella.
Capacitación	Es la acción de incidencia en la conducta laboral del empleado tendiente a dotarlo de conocimiento científico, técnico y práctico del proceso en el que participa dentro de la empresa.

Carbo cooler	Equipo mezclador que introduce dióxido de carbono al jarabe terminado.
Control estadístico del proceso	Metodología para el seguimiento de un proceso, para identificar las causas de la variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva en el momento apropiado.
Desperdicio	Es el residuo de lo que no se puede aprovechar o se deja de utilizar por descuido, generando mala utilización de los recursos o posibilidades de las empresas en sus procesos productivos.
Efectividad	Resultado de la relación entre lo alcanzado y lo determinado como meta.
Eficiencia	Es un indicador que da a conocer que porcentaje de la capacidad productiva se ha utilizado, se mide con base a los días trabajados por la unidad de reparto, contra los días hábiles.
FODA	Análisis situacional que significa fortalezas (F), oportunidades (O), debilidades (D) y amenazas (A) en el estudio de alguna actividad.

Formato	Documento que será utilizado para recolectar datos o información que servirá como registro.
Flujograma de proceso	Gráfica de un proceso o sistema que identifica los procesos, pruebas, inspecciones y actividades por etapa que indica la secuencia y orden de actividades. El término también puede ser utilizado para detallar las actividades involucradas en un proyecto.
Gráfico de control	Es una herramienta estadística que suministra la información necesaria para determinar si un proceso se encuentra o no bajo control estadístico, y consiste en una representación visual del comportamiento de un proceso a través del tiempo; se comparan los resultados de los análisis de las muestras individuales o de subgrupos de muestras contra los límites de control y de especificación.
Indicador	Una medida que se utiliza para asegurar una correcta consecución de la estrategia y objetivos planteados en cada área de la organización.
Índice	Expresión numérica de la relación entre dos cantidades.

Inspección	Serie de actividades tales como medir, examinar, probar o calcular una o más características de un producto o servicio, y compararlas con los requisitos específicos para determinar si cumplen las normas.
Límites de control	Extremos de una gráfica de control que reflejan tres desviaciones estándar de los valores calculados en un estudio de capacidad. Sirven como referencia para el procedimiento de monitoreo y control.
Mantenimiento preventivo	Es un procedimiento basado en el establecimiento de inspecciones periódicas y recomendadas por el fabricante, a fin de prevenir y corregir cualquier deficiencia en un equipo.
Personal	Empleados contratados bajo una base limitada y sujetos a los mismos procesos de contratación y capacitación que los empleados de tiempo completo.
pH	Es una medida de la acidez o alcalinidad del agua con compuestos químicos disueltos. Su expresión viene dada por el logaritmo de la inversa de la concentración del ion H expresada en moles por litros. La escala pH va de cero a catorce.

En ella el siete identifica una solución neutra; los números menores de siete indican acidez, los mayores que siete denotan basicidad.

Plan de acción

Pasos y metodología acordada para corregir una desviación en el proceso productivo (corrección de la causa del problema).

Punto de control

Punto de verificación del control de la calidad en un proceso en donde se puede afectar negativamente la calidad del producto.

Productos terminados

Productos empacados y manufacturados por una fábrica o empresa embotelladora como: bebidas, jarabes, jugos, concentrado de jugo, concentrado y partes de bases de bebidas.

Saneamiento

Tratamiento de superficies y equipos limpios mediante un proceso que destruye a las bacterias patógenas y reduce sustancialmente la población de los demás microorganismos.

Tabla

Formato de datos de referencia, que sirve como base para la elaboración de las hojas de recopilación de datos.

Tarima

Plataforma de madera de 1X1 m, empleada para transportar bloques de producto o envase.

RESUMEN

El presente proyecto abarca el tema sobre la minimización del desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA. Inicia con un análisis de la situación actual de la áreas de trabajo, equipos y maquinaria, procesos productivos, para cuantificar el desperdicio que generan de su operación según los atributos seleccionados (envase sucio, bajo nivel de llenado, defectos físicos, producto defectuoso y rotura de envase) y poder identificar las causas asignables a problemas que lo generen, para luego elaborar un plan de acción.

Descrito el análisis de la situación actual se procede a describir la propuesta de la mejora a implementar, la cual contiene la aplicación del control estadístico del proceso, a través de los gráficos de control para el monitoreo, control y seguimiento de los atributos de desperdicio de envase retornable, después de ejecutar las acciones correctivas y preventivas del plan de acción generado.

Posteriormente, se compararon los resultados anteriores y posteriores a la implantación del presente proyecto, se elaboró su respectiva documentación para el manejo, control y uso de la información, se describieron nuevas funciones para los puestos de trabajo y se capacitó al personal que participó con base a un programa, siendo los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento.

OBJETIVOS

GENERALES

- Minimizar el desperdicio de envase retornable, en las operaciones de producción de ABASA.

ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico actual de la cantidad de desperdicio generado por la producción, cuando se trabaja con envase retornable.
2. Implementar el control estadístico del proceso, para medición de atributos, que permitan identificar causas asignables de desperdicio.
3. Identificar causas asignables que generen desperdicio de envase retornable, apoyándose de herramientas de diagnóstico y de mejora.
4. Proponer e implementar mejoras, para minimizar el desperdicio de envase retornable.
5. Realizar un análisis de la situación actual, sobre el manejo del agua residual en el área de manufactura.
6. Investigar el correcto manejo del agua residual, en el área de manufactura, considerando a los agentes químicos involucrados.
7. Otorgar la capacitación a los encargados del seguimiento del proyecto.

INTRODUCCIÓN

La mejora y/o mantenimiento de los índices o indicadores, hoy por hoy se consideran como parte fundamental en la sostenibilidad de cualquier negocio o empresa, sea cual fuere su actividad económica. Pero para que lo anterior se logre, se debe considerar actividades que permitan alcanzar los resultados de las metas y objetivos trazados, siendo éstas la identificación y diagramación de procesos, diagnóstico de la situación actual, la identificación de posibles causas que provoquen los problemas, propuestas e implementación de mejoras (acciones correctivas y preventivas), monitoreo y control, capacitación, verificación y seguimiento y la documentación. De esa forma, las empresas invierten en proyectos que le garanticen obtener el máximo de rendimiento y cumplimiento de su capacidad productiva, minimizando los desperdicios operativos, resultado que la lleva a ser rentable.

El presente proyecto abarca el tema sobre la minimización del desperdicio en las operaciones de producción de ABASA (Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A.). Empresa que considera primordial dentro de sus operaciones productivas, la reducción o minimización de los índices de merma, como parte de la mejora de sus procesos y la mejora continua, siendo el área de producción la destinada para implementar el proyecto mencionado, mismo que consta de los siguiente capítulos:

En el primer capítulo se detalla información y aspectos generales de la empresa ABASA, abarcando temas como antecedentes, visión y misión, principios y valores, sus políticas, actividades a las que se dedica y la estructura organizacional.

En el segundo capítulo se detalla información teórica referente a los temas a abarcar en el proyecto, como materias primas, desperdicios, herramientas de diagnóstico, procesos productivos, control estadístico del proceso, temas ambientales y capacitación. En el tercer capítulo se analiza la situación actual abarcado temas como las áreas de trabajo, descripción de procesos, cálculos del desperdicio de envase retornable, eficiencias, identificación de causas que provoquen incumplimientos de producción, al personal que labora en el área productiva y como tema ambiental, el manejo del agua residual en el área de manufactura.

En el cuarto capítulo se describe la propuesta de mejora y la implementación de acciones para minimizar el desperdicio de envase retornable, a través de la implementación del control estadístico del proceso y la ejecución de acciones correctivas y preventivas originadas de la generación de un plan de acción. Además se describen las nuevas funciones asignadas al personal participante, como resultado del proyecto, la capacitación y los costos generados. Para terminar, el quinto capítulo comprende una propuesta sobre el manejo del agua residual en el área de manufactura, como parte del compromiso de la empresa ABASA hacia el medio ambiente.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA ABASA

1.1. Antecedentes de la empresa

Para describir la historia de la Compañía ABASA, se debe retroceder al año de 1969, cuando el señor Mario Quinto See, propietario de la planta embotelladora en aquella época, trasladó dicha planta de la ciudad de Bananera, del municipio de Morales, Izabal, a la Ciudad de Puerto Barrios, siendo la inauguración de ésta en abril de 1970, a partir del 1 de octubre de 1978 su nombre comercial pasa a ser el que es actualmente, Alimentos y Bebidas Atlántida, S. A. (ABASA).

La embotelladora que originalmente estuviera ubicada en Puerto Barrios, tuvo que ser cerrada en 1989 a raíz de un movimiento telúrico que ocasionó daños estructurales, tanto en el equipo como en la infraestructura del edificio que ocupaba. Posteriormente se trasladó a Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa, donde actualmente está conformada como una planta embotelladora, produciendo bebidas carbonatadas y agua pura.

Entre los productos carbonatados que se elaboran se pueden mencionar Coca Cola, Fanta (naranja, uva, piña y roja), Sprite, Lift, Coca Cola Light y Shangrilá. Mientras que los productos no carbonatados que elabora se encuentran Shangrilá (agua pura) y bolsipura. Los productos carbonatados se envasan en vidrio y PET (polietilentereftalato). Las presentaciones en vidrio son 192 ml o 6.5 onzas (Coca Cola, Fanta naranja y piña), 354 ml o 12 onzas (Coca Cola, Fanta naranja, uva, piña y roja, Sprite, Lift y Shangrilá), 500 ml o 16 onzas (Coca Cola) y 1000 ml o 32 onzas (Coca Cola).

Mientras que las presentaciones de productos carbonatados en PET son 600 ml o 20 onzas (Coca Cola, Fanta naranja, uva, piña y roja, Sprite, Lift, Coca Cola Light y Shangrilá), 1500 ml o 48 onzas (Coca Cola), 2000 ml o 64 onzas (Coca Cola, Fanta naranja, Lift, Sprite), 2500 ml o 80 onzas (Coca Cola) y 3000 ml o 96 onzas (Coca Cola).

Las presentaciones para productos no carbonatados son únicamente en PET, siendo de 600 ml o 20 onzas para Shangrilá (agua pura). El producto bolsipura se produce en una presentación con bolsita plástica de 473 centímetros cúbicos. El total de presentaciones con el que cuenta ABASA es de 30, incluyendo en este, el lanzamiento de las presentaciones de Shangrilá carbonatada y no carbonatada (agua pura) en 600 ml o 20 onzas, misma que se manufacturó en septiembre de 2007.

La manufactura de estos productos, se realiza a través de tres líneas de producción. La línea No. 1 envasa producto en vidrio, la línea No. 2, producto en vidrio y PET y la línea No. 3 únicamente productos PET, mientras que la comercialización de los mismos abarca el Nor-Oriente del país, a través de agencias ubicadas en Puerto Barrios, Morales, Santa Elena, Zacapa, Chiquimula, Cobán y de igual manera las siguientes sub-agencias: Poptún, Salamá, y Esquipulas.

1.2. Visión y misión

A continuación se describe la visión y misión de la empresa ABASA, propias que todo el personal de la franquicia debe interpretar y sobrellevar en sus actividades laborales.

1.2.1. Visión

“Con cada una de nuestras acciones, continuar nuestro liderazgo en la industria de bebidas; con un equipo talentoso y profesional, comprometido e identificado con nuestros consumidores, clientes, cultura, comunidad y medio ambiente, enfocado a un crecimiento saludable y rentable”.¹

1.2.2. Misión

“Elaborar y distribuir en forma eficiente bebidas de la más alta calidad para satisfacer con excelencia a clientes y consumidores, ofreciendo bebidas refrescantes, al alcance de todos en cualquier ocasión”.²

1.3. Principios y valores

A continuación se describen los principios y valores que la empresa ABASA aplica en cada una de las operaciones que realiza.

1.3.1. Principios

- “Producir con calidad y eficiencia.
- Satisfacer con excelencia a nuestros clientes y consumidores.
- Proporcionar un ambiente de trabajo digno y con oportunidades de superación.
- Velar por la conservación del medio ambiente.”³

1

ABASA, **Manual de Calidad**, p. 3.

2

3

Loc. Cit.

1.3.2. Valores

- “Integridad personal
- Respeto a los demás
- Responsabilidad y Confiabilidad
- Pro-actividad
- Mejora continua
- Comunicación abierta y efectiva”.⁴

1.4. Política de calidad

“En Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A. la calidad no es solamente algo que disfrutamos, vemos o medimos. La calidad debe mostrarse en cada una de nuestras acciones y abarca todo lo que hacemos. Esto lo logramos manufacturando, distribuyendo y vendiendo nuestras bebidas dentro de un proceso de mejoramiento continuo”.⁵

1.5. Actividad a la que se dedica

ABASA, es una empresa dedicada a la manufactura, distribución y venta de productos carbonatados (bebidas gaseosas) bajo la licencia de la Compañía Coca Cola. Además de las actividades anteriores, también se dedica a la manufactura y distribución de productos fountain o bag in box (jarabe terminado empleado para la preparación de bebidas de venta en los restaurantes) y agua purificada.

4

ABASA, **Manual de Calidad**, p. 4

5

Ibid., p. 2

1.6. Estructura organizacional

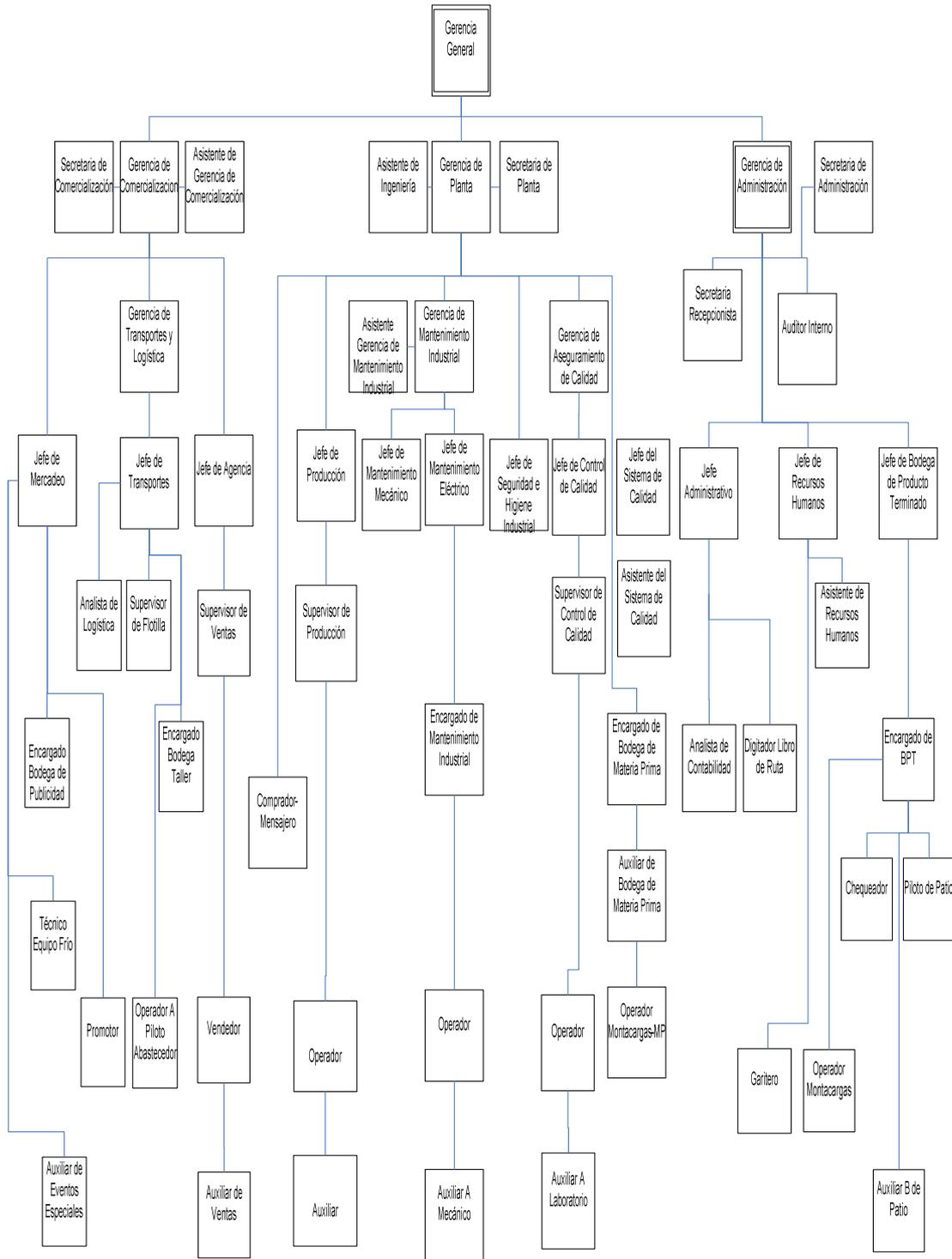
La estructura jerárquica de ABASA, es de tipo funcional por departamentos, donde las funciones y atribuciones correspondientes a los puestos de trabajo, se difunden en cascada (manejo de responsabilidades vertical – horizontal).

La máxima responsabilidad en la estructura organizacional de ABASA es la gerencia general, misma que difunde sus responsabilidades al comité técnico integrado por la gerencia de comercialización, gerencia de planta y gerencia de administración y éstas a su vez a sus distintos subordinados. Para cada una de las gerencias mencionadas, su estructura está formada por el siguiente personal:

- Gerencias intermedias.
- Jefaturas.
- Asistentes de gerencias.
- Secretarías de gerencias.
- Supervisores.
- Encargados de departamentos.
- Puestos administrativos.
- Operadores (equipos de producción, montacargas y pilotos).
- Auxiliares de equipos y ventas, etc.

La representación gráfica del organigrama es la siguiente:

Figura 1. Organigrama general de ABASA



Fuente: Recursos Humanos

1.7. Departamento de producción

A continuación se presenta una breve descripción del departamento de producción con sus respectivas áreas de trabajo, funciones y estructura organizacional.

1.7.1. Descripción

El departamento de producción como su nombre lo indica, es el encargado del procesamiento y manufactura de productos carbonatados (bebidas gaseosas), productos *fountain o bag in box* y agua purificada.

Cuenta actualmente con cuatro áreas de trabajo, siendo éstas las siguientes:

a. Área de *bag in box*

Es el área donde se encuentra una línea de producción destinada a la manufactura de producto *fountain o bag in box* (producto terminado empacado en bolsa de 5 galones destinado para su venta).

b. Área de jarabes

Es el área donde se procesa y elabora el jarabe simple y terminado de los sabores de los productos carbonatados.

c. Área de bolsi-pura

Es el área donde se envasa el agua purificada.

d. Líneas de producción

Es el área donde se encuentran las tres líneas de producción. La línea número 1 embotella producto en vidrio, la línea número 2 y línea número 3 embotellan producto PET.

1.7.2. Funciones

Entre las funciones asignadas al departamento de producción se encuentran:

- Planificar la producción semanal.
- Mantener los niveles de inventario óptimos, en la bodega de producto terminado.
- Informar a los departamentos involucrados (departamento de control de calidad, mantenimiento, bodega de materia prima y producto terminado, seguridad e higiene y logística) de la planificación de la producción para evitar inconvenientes por falta de coordinación.
- Programar las actividades de limpieza y mantenimiento a los equipos.
- Capacitar constantemente a su personal.
- Mantener las buenas prácticas de manufactura.
- Producir con calidad.
- Implementar planes de acción de mejora continua.
- Evaluar constantemente el desempeño de su personal, etc.

1.7.3. Estructura organizacional del departamento de producción

En la estructura organizacional del departamento de producción, la autoridad máxima es el jefe de producción.

Éste tiene como subordinados a los supervisores de producción o de línea. Mientras éste último, tiene como subordinados al operador de equipo y al auxiliar rotativo. La representación del organigrama se presenta a continuación.

Figura 2. Organigrama del departamento de producción



Fuente: Recursos Humanos

El personal de producción asciende a 58 personas, de las cuales 2 son supervisores de producción, 20 son operadores de equipos; 27 auxiliares rotativos; 2 operadores y 2 auxiliares de jarabes; 2 operadores y 1 auxiliar de bolsipura; 1 operador y 1 auxiliar de bag in box.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Envase retornable

Es la materia prima utilizada para envasar un producto terminado, generalmente es reutilizado y de vidrio. El envase retornable de vidrio ha demostrado ser uno de los más respetuosos con el medio ambiente, no sólo por el hecho de ser 100% reciclable un número indeterminado de veces, sino por el ahorro de energía, de materias primas y poseer características físico-químicas que le hacen no interferir con las propiedades de los productos que contiene.

Por otra parte, su degradación química y su erosión física son muy lentas, no liberando sustancia alguna que pueda resultar perjudicial para el entorno. Un envase retornable se devuelve al envasador, el cual lo higieniza y lo rellena de nuevo. Este ciclo puede repetirse hasta 20 ó 30 veces, en función del contenido y de la resistencia del vidrio. En el proceso de fabricación del vidrio se utiliza más cantidad de material del necesario, para dotarles de mayor resistencia y poder hacer más rotaciones, antes de que finalice su ciclo de vida y puedan ser reciclados. Por lo que las empresas embotelladoras y de envasado de productos, prefieren los envases retornables de vidrio, ya que se usan especialmente para productos de consumo frecuente, en los que podría ponerse en marcha una logística de distribución descentralizada evitando altos costos por su fabricación derivado de la reutilización.

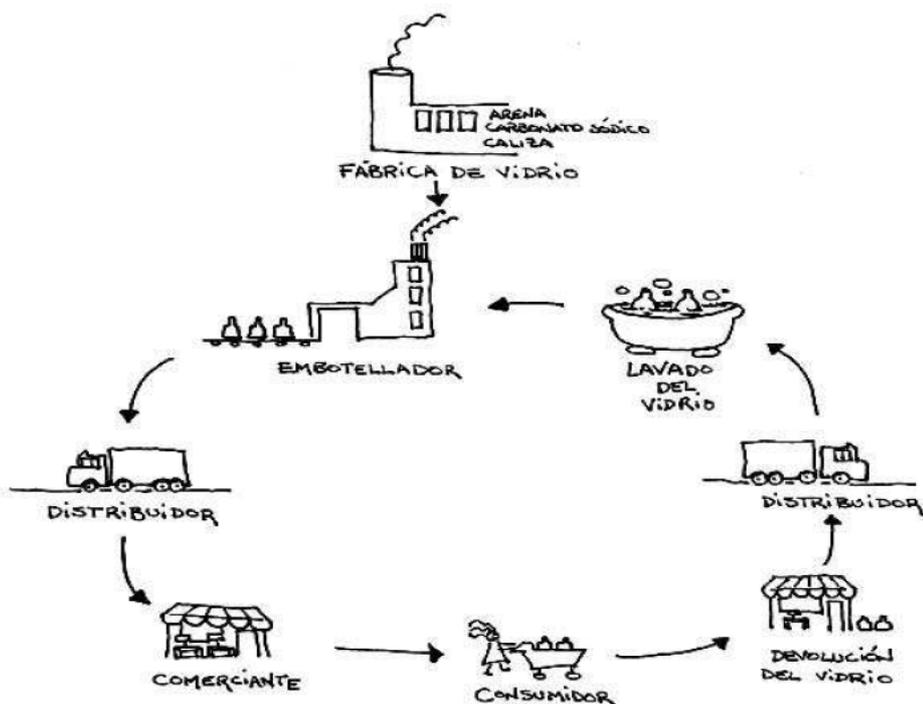
Su ciclo de vida es:

- Fábrica de vidrio.
- Embotellador.

- Distribuidor.
- Comerciante.
- Consumidor.
- Devolución del vidrio.
- Distribuidor.
- Lavador del vidrio

Y su representación es la siguiente:

Figura 3. Ciclo de vida de un envase retornable



Fuente: Investigación de campo

Otras ventajas de utilizar un envase como retornable es que causa poco impacto ambiental, conserva bien los alimentos, es químicamente inerte, incombustible, es transparente por lo que permite ver su contenido, etc.

2.1.1. Materia prima

La materia prima que se utiliza para fabricar un envase retornable es el vidrio, siendo un material duro, frágil y transparente que ordinariamente se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato sódico (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3). Su manipulación sólo es posible mientras se encuentra fundido, caliente y maleable.

Debido a las características cristalinas del vidrio, éste es muy higiénico y no afecta las características de otros compuestos con que se relaciona, como es el caso de las bebidas y alimentos almacenados en botellas de vidrio. Por lo anterior, su degradación química y física exige períodos grandes de tiempo. Sin embargo, no posee sustancias que degraden el medio exceptuando una posible constitución física punzocortante.

2.1.2. Tipos

En la actualidad, existen muchos tipos de envases retornables, entre los cuales pueden mencionarse los siguientes:

- Envases de primera elaboración.
- Botellas para envasado de productos carbonatados.
- Envases de boca angosta, y capacidad de entre 100 y 1500 ml.
- Botellones: De 1.5 a 20 litros o más.
- Frascos: Pocos ml a 100 ml. Pueden ser de boca angosta o boca ancha.
- Tarros: Capacidad hasta un litro o más; tienen el diámetro de la boca igual al del cuerpo. Si la altura es menor que el diámetro se llaman potes.
- Vasos: Recipientes de forma cónica truncada e invertida.

- Envases de Segunda Elaboración.
- Ampolletas: De 1 a 50 ml para humanos, y hasta 200 ml para uso veterinario. La punta se sella por calor.
- Frascos y Frascos-Ampollas: Viales generalmente para productos sólidos, de 1 a 100 ml.
- Carpules: Para anestesia de uso odontológico.

La composición de sus partes es la variable con la que puede diferenciarse entre un tipo de envase y otro. Todo envase retornable consta de las siguientes partes:

- Boca: Orificio por donde se vierte el líquido.
- Hilo o hélice: El diseño que tenga el envase en su cuerpo.
- Cuello: Parte del envase que une la boca con el cuerpo del envase.
- Cuerpo: Forma del envase.
- Fondo: Se refiere a la forma que tiene el envase en la parte final y que le da estabilidad.
- Corona o rosca: Forma de la boca del envase, en la cual se le coloca corcholata o tapón.
- Altura: Relación del envase con el contenido.

2.1.3. Utilización en el mercado

La utilización del envase retornable tiene como ventaja sobre las de plástico que son rellenables (envasadas) y pueden reutilizarse repetidamente sin pérdida de calidad. Estas botellas son más resistentes y pueden rellenarse hasta treinta veces antes de reciclarse.

En el mercado, los envases retornables son utilizados para envasar productos como:

- Bebidas carbonatadas.
- Salsa de tomate
- Artículos farmacéuticos
- Licores
- Cervezas
- Mayonesa, vinagres, etc.

Mucho de los envases retornables que son reutilizados, tienen impreso la marca del producto, para evitar la inversión de fondos en la reimpresión.

2.2. Desperdicio de envase retornable

El desperdicio de envase retornable es el residuo de lo que no se puede aprovechar o se deja de utilizar por descuido, generando mala utilización de los recursos o posibilidades de las empresas en sus procesos productivos. Un proceso productivo hace uso de materias primas, máquinas, recursos naturales, mano de obra, tecnología, recursos financieros generando como resultado de su combinación productos o servicios.

En cada proceso se agrega valor al producto, y luego se envía al proceso siguiente. Los recursos en cada proceso agregan valor o no lo hacen. Por lo que el desperdicio implica actividades que no añaden valor económico. El desperdicio de envase retornable genera factores de improductividades, altos costos de producción, largos ciclos de producción, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, defectos de calidad, etc. todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, con caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores.

La clasificación del desperdicio de envase retornable es la siguiente:

- Rotura de envase: Desperdicio generado por fallas mecánicas en los equipos, por fallos en la operación de los equipos provocados por el operador y la calidad del envase.
- Defectos físicos: Es un desperdicio que es generado posteriormente al lavado del envase, previo a su envasado o llenado.
Entre los atributos de un defecto físico están las fisuras, abolladuras, los cortes, deformidades, etc.
- No cumplir con los niveles de llenado cuando se envasa un producto: Este desperdicio se da por incumplimiento en las alturas de llenado estándar que se establece para el envasado de los productos. Cuando el producto rebasa la altura de llenado estándar, se le llama de alto nivel, mientras que si el producto no es envasado a la altura requerida, entonces se dice que es de bajo nivel. En este caso, es el bajo nivel el que provoca desperdicio de envase retornable.
- Suciedad: Desperdicio provocado por la presencia de basura, hongos, mohos, cementos, grasas, aceites, combustibles, etc. en el interior de los envases, provocando que los mismos sean rechazados para llenarse.
- Disconformidades encontradas en el producto envasado: Este desperdicio es detectado por medio de atributos como la falta de algún componente en la estructura del envase como producto terminado (falta de tapa, código de vencimiento, etc.), presencia de defectos y partículas extrañas.

2.3. Herramientas de diagnóstico

Las herramientas de diagnóstico, constituyen una guía que permiten identificar los factores que pueden ocasionar problemas potenciales o proyectos a elaborar, evaluándolos cuantitativamente, mejorando la calidad y de fácil aplicación para los trabajadores de todos los niveles de las empresas.

Éstas consideran tres aspectos: económico, técnico y humano. Las consideraciones económicas pueden involucrar nuevos productos para los que no se cuenta con estándares o productos existentes que tienen costos de manufactura altos. Los problemas pueden ser grandes cantidades de desperdicio y retrabajo, manejo de materiales excesivo, en términos del costo o la distancia, o tal vez operaciones. En cuanto a las consideraciones técnicas pueden incluir los métodos de procesamiento que deben mejorarse, problemas de control de calidad debidos al método o problemas de desempeño de un producto comparado con su competencia. Por último, los aspectos humanos pueden incluir trabajo con alta tasa de accidentes, tareas demasiado fatigantes o trabajos sobre los cuales los empleados se quejan todo el tiempo. Entre las herramientas de diagnóstico se encuentran:

2.3.1. Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta analítica de diagnóstico, que permite trabajar con toda la información que se posea para examinar las fortalezas (F), oportunidades (O), debilidades (D) y amenazas (A) sobre un producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. Consta de dos partes, una interna y otra externa.

- La parte interna tiene que ver con las fortalezas (F) y las debilidades (D), aspectos sobre los cuales se tiene algún grado de control.
- La parte externa mira las oportunidades (O) que ofrece el mercado y las amenazas (A) a que debe enfrentarse en el mercado seleccionado. Bajo esas circunstancias, las oportunidades y amenazas son aspectos sobre los que se tiene poco o ningún control directo.

Un análisis FODA se realiza en una representación gráfica representada como cuadro, éste a su vez se divide en cuatro secciones, las primeras dos describen a las fortalezas (F) y oportunidades (O), mientras que las otras dos, las debilidades (D) y amenazas (A).

La representación de un análisis FODA es el siguiente:

Tabla I. Representación de análisis FODA

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
DEBILIDADES (D)	AMENAZAS (A)

Fuente: Investigación de campo

La información que se coloque en el diagnóstico, se obtiene de entrevistas propias con el personal, investigaciones del entorno, auditorías internas, etc.

Los beneficios del análisis FODA es que permite tomar una radiografía de la situación actual del producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. generando conclusiones y planes de acción que permitan mejorar los factores claves para el éxito.

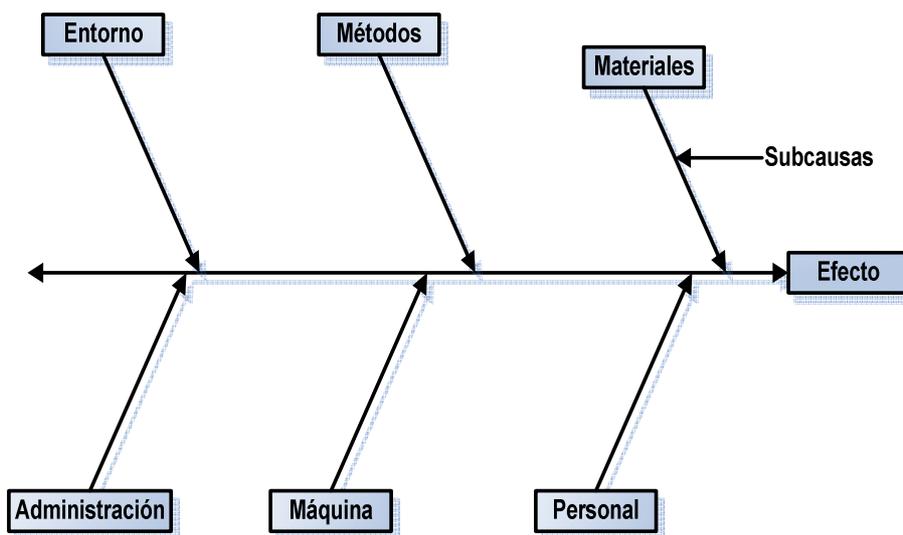
2.3.2. Diagrama Causa - Efecto

Es un método que consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, el efecto y después identificar los factores que contribuyen al mismo, es decir las causas.

Las causas principales se dividen en cinco o seis categorías principales: humanas (personal), maquinas, métodos, materiales, entorno, administración, cada una dividida en subcausas. Kaoru Ishikawa introdujo el diagrama causa-efecto en Japón, es por eso que también se le conoce como Ishikawa.

Debido a su estructura, a menudo se le llama diagrama de espina de pescado. La estructura general de un diagrama de causa – efecto se muestra a continuación.

Figura 4. Diagrama Causa - Efecto



Fuente: Investigación de campo

Al final de la línea horizontal se menciona el problema como efecto, cada ramificación que se dirige al tronco principal representa una posible causa principal. Las ramificaciones que señalan hacia las causas principales, contribuyen a ellas y se llaman subcausas, y así sucesivamente hasta llegar a identificar las causas más probables (causa raíz) del problema.

El beneficio de aplicar el diagrama de Causa – Efecto a la solución de problemas, es identificar sus causas para corregirlas, así mismo facilita los procesos y elimina la dificultad del control de calidad en el mismo, promoviendo el trabajo en equipo de la gente involucrada para su elaboración y aplicación.

2.3.3. Diagrama de Pareto

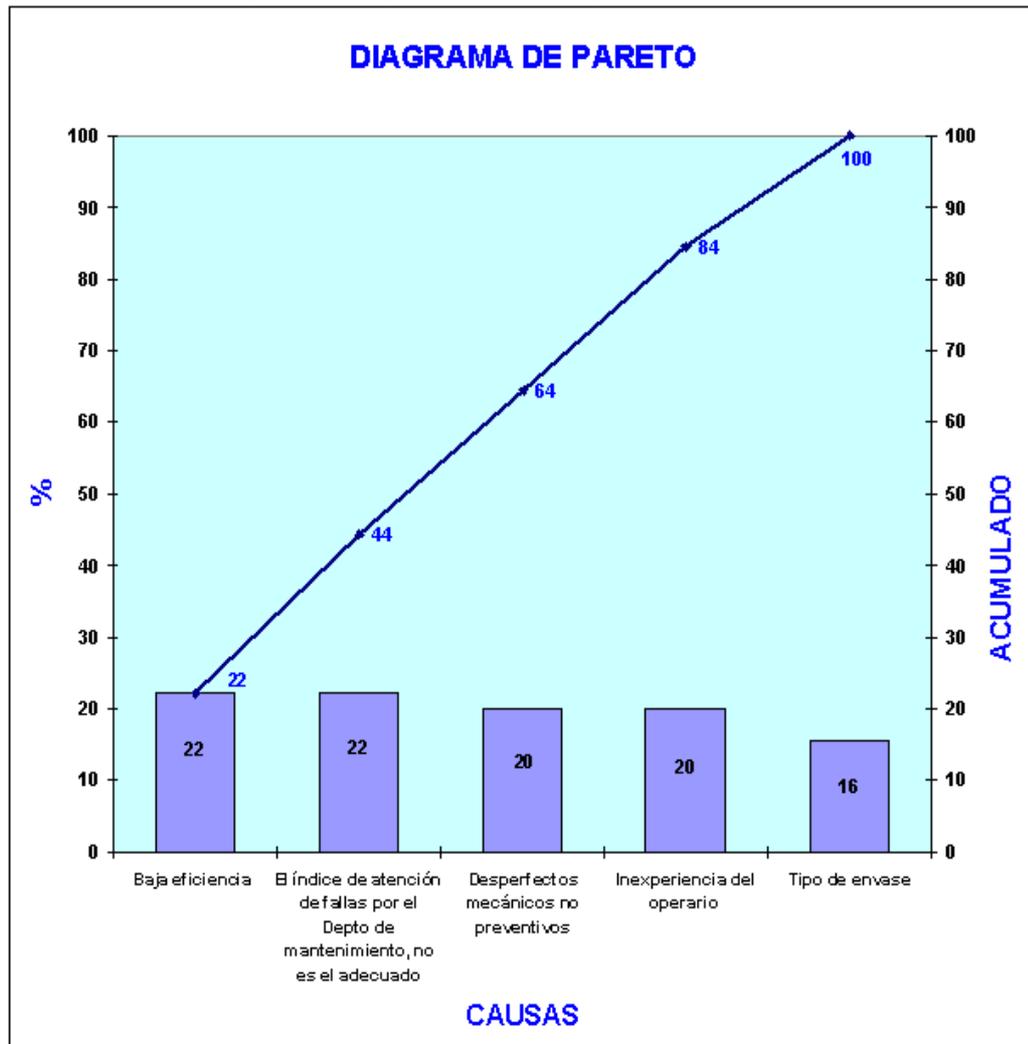
El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas, de modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Mediante el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves, esto puede reflejarse en las frecuencias mayores representadas en las barras de la gráfica.

Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales mayorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

Figura 5. Ejemplo de diagrama de Pareto



Fuente: Investigación de campo

2.3.4. Hojas de verificación o comprobación

Es un formato especial constituido para recolectar datos fácilmente, en la que todos los artículos o factores necesarios son previamente establecidos y en la que los records de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar.

Para propósitos de control de procesos por medio de métodos estadísticos es necesaria la obtención de datos. El control depende de los datos y, por supuesto, deben ser correctos y recolectados debidamente.

Además de la necesidad de establecer relaciones entre causas y efectos dentro de un proceso de producción, con propósito de control de calidad de productividad, las hojas de verificación se usan para:

- Verificar o examinar artículos defectivos.
- Examinar o analizar la localización de defectos.
- Verificar las causas de defectivos.
- Verificación y análisis de operaciones (a esta última puede llamársele lista de verificación).
- Para obtener datos.
- Para propósitos de inspección.

La hoja de verificación para la obtención de datos, se clasifican de acuerdo con diferentes características (calidad o cantidad) y se utilizan para observar su frecuencia para construir gráficas o diagramas. También se utilizan para reportar diariamente el estado de las operaciones y poder evaluar la tendencia y/o dispersión de la producción. Las hojas de verificación para propósitos de inspección se utilizan para controlar ciertas características de calidad que son necesarias de evaluar, ya sean en el proceso o producto terminado.

2.3.5. Priorización de causas

Es una técnica empleada antes de realizar un diagrama de Pareto, siempre que se cumpla lo siguiente:

- No se cuente con frecuencias para englobar el problema
- Después de realizar el proceso de selección de causas asignables o multivotación.

A continuación se presenta el análisis respectivo:

Tabla II. Representación de una priorización de causas

CAUSA PRINCIPAL	PRIORIDAD	%	ACUMULADO

Fuente: Investigación de campo

La columna de prioridad puede ponderarse de 1 a 10 o de 10 a 100, según la causa principal que se identificó o quiere atacarse de primero. Mientras los porcentajes se obtienen de dividir el valor de prioridad individual entre el total de la sumatoria de las mismas. Por último el acumulado, se obtiene de sumar el % de cada causa con los demás valores obtenidos, por ejemplo, el primer dato acumulado será el mismo del dato de %, el segundo dato del acumulado será la suma del primer dato obtenido con el segundo dato de % y así sucesivamente.

Esto indica, que la prioridad sustituye a las frecuencias como comúnmente se analiza en el diagrama de Pareto.

2.4. Procesos productivos

Es el conjunto de actividades encaminadas a transformar la materia prima en producto terminado. Para el caso de empresas embotelladoras el producto terminado será la bebida carbonatada.

2.4.1. Descripción de procesos

Consiste en definir o delinear, todas aquellas acciones o medios necesarios para transformar la materia prima en un producto o servicio, en sus distintas partes, cualidades o circunstancias. Para poder realizarlas se requiere del seguimiento de procedimientos (serie de pasos para llevarlos a cabo).

Para describir un proceso, se debe conocer el mismo, identificando las operaciones, desde la cadena de suministros, transformación, hasta obtener el producto terminado. Esta descripción puede realizarse en forma gráfica o descrita paso a paso.

2.4.2. Diagramación de procesos

Es la elaboración de un flujograma, esquema, gráfico o dibujo, con el fin de mostrar las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto que integran un proceso. Entre los diagramas de procesos, comúnmente utilizados en las industrias productoras están:

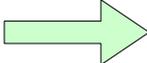
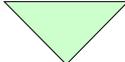
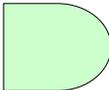
- a. Diagrama de flujo del proceso
- b. Flujograma de procesos
- c. Diagrama de recorrido del proceso

2.4.2.1. Diagrama de flujo del proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso, en las cuales registra costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un producto en su paso por la planta.

Entonces, los diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en los diagramas de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula indica una demora que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene y se protege contra el movimiento autorizado. Son cinco los que constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama de flujo del proceso, los cuales se muestran a continuación.

Tabla III. Simbología de un diagrama de flujo del proceso

<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica un transporte</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento</p>
<p>Demora</p>  <p>Una letra D mayúscula indica una demora</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica una inspección</p>

Fuente: Elaboración propia

Este diagrama se identifica con un título, “diagrama de flujo del proceso”, y se acompaña de información que incluye número de parte, número de dibujo, descripción del proceso, método actual o propuesto y el nombre de la persona que lo realiza. Para cada evento del proceso, el analista asienta su descripción, marca el símbolo adecuado e indica los tiempos de proceso o demora y las distancias de los transportes, después conecta los símbolos de los eventos sucesivos con líneas hacia abajo. Para determinar la distancia de transporte, ésta debe ser mayor a 5 pies (1.5 metros) y debe indicar todos los tiempos de demora y almacenamiento que ocurren.

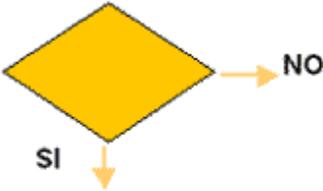
El diagrama de flujo del proceso, no es un fin, es sólo un medio para lograr un fin. Esta técnica facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de una componente. Debido a que muestra con claridad los transportes, demoras y almacenamientos. Además, al registrar las distancias, el diagrama tiene un gran valor para el mejoramiento de la distribución de planta.

2.4.2.2. Flujograma de procesos

Es una representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso. Además de la secuencia de actividades, el flujograma muestra lo que se realiza en cada etapa, los materiales o servicios que entran y salen del proceso, las decisiones que deben ser tomadas y las personas involucradas (en la cadena cliente/proveedor, sean éstos internos o externos).

El flujograma hace más fácil el análisis de un proceso para la identificación de las entradas de proveedores, las salidas de sus clientes y de los puntos de control de procesos. El flujograma utiliza un conjunto de símbolos para representar las etapas del proceso, las personas o los sectores involucrados, la secuencia de las operaciones y la circulación de los datos y los documentos. Los símbolos más comunes utilizados son los siguientes:

Tabla IV. Simbología de un flujograma

SIMBOLO	DEFINICIÓN
	<p>Límites: Este símbolo se usa para identificar el inicio y el fin de un proceso.</p>
	<p>Operación: Representa una etapa del proceso. El nombre de la etapa y de quien la ejecuta se registra al interior del rectángulo.</p>
	<p>Documento: Simboliza al documento resultante de la operación respectiva. En su interior se anota el nombre que corresponda.</p>
	<p>Decisión: Representa al punto del proceso donde se debe tomar una decisión. La pregunta se escribe dentro del rombo. Dos flechas que salen del rombo muestran la dirección del proceso, en función de la respuesta real.</p>
	<p>Sentido del flujo: Significa el sentido y la secuencia de las etapas del proceso.</p>

Fuente: Elaboración propia

Y su uso se aplica para:

- Entender un proceso e identificar las oportunidades de mejora de la situación actual.
- Diseñar un nuevo proceso, incorporando las mejoras (situación deseada).
- Facilitar la comunicación entre las personas involucradas en el mismo proceso.
- Divulgar, en forma clara y concisa, informaciones sobre procesos.

2.4.2.3. Diagrama de recorrido del proceso

Aunque el diagrama de flujo del proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia.

Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo del proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una. Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de flujo del proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

2.4.3. Equipo y maquinaria

Es el conjunto de instrumentos, aparatos y máquinas especiales para lograr un fin determinado. Mecanizar el manejo de materiales casi siempre reduce costos de mano de obra y los daños a los materiales (minimización de desperdicios), reduce los inventarios en proceso, disminuye el espacio en planta, mejora la seguridad del operador, aumenta la producción y asegura la calidad del producto. Para las empresas que se dedican a la producción de productos carbonatados (embotelladoras), la distribución del equipo y maquinaria, es sumamente importante por lo siguiente:

- Se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones.
- Su utilidad se extiende tanto a procesos industriales como de servicios.
- Determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa.
- Contribuye a la reducción de costos de fabricación.

Partiendo de lo anterior, la distribución del equipo y maquinaria propuesta es de “tipo en línea o por producto”, ya que es adoptada cuando la producción está organizada de forma continua o repetitiva. Ofreciendo las ventajas de manejar los materiales en forma reducida, minimiza los tiempos de fabricación y simplifica las tareas.

Pero para cumplir con esta distribución, el equipo y maquinaria que debe utilizar una empresa embotelladora debe ser el siguiente:

- Desempacadora: es la máquina encargada de sacar el conjunto de botellas de la caja para su posterior colocación en los transportadores para dirigirse a la lavadora.

- Lavadora: como su nombre lo indica, es aquella máquina encargada de lavar los envases retornables (envases de vidrio) con aditivos químicos. Esta máquina utiliza agua suave, es decir que no recibe tratamiento para eliminar los carbonatos (dureza del agua).
- Llenadora: Es aquella máquina que tiene como función principal, llenar de bebida carbonatada los envases retornables.
- Video Jet: Es aquel equipo que tiene como función principal, colocarle la fecha de vencimiento al producto terminado, en este caso a la botella de vidrio conteniendo producto carbonatado.
- Encajonadora: es aquella máquina que se encarga de agrupar las botellas con producto terminado y colocarlas en sus respectivas cajas.
- Paletizadora: es aquella máquina encargada de agrupar a las cajas con producto terminado en tarimas.

2.4.4. Control estadístico del proceso

Es una metodología para vigilar un proceso, para identificar las causas especiales de variación y para señalar la necesidad de tomar alguna acción correctiva cuando sea apropiado. El proceso se considera fuera de control cuando están presentes causas especiales. Si la variación en el proceso sólo se debe a causas comunes, se dice que el proceso está bajo control estadístico.

Una definición práctica del control estadístico es que a través del tiempo tanto los promedios del proceso como las varianzas son constantes. El Control Estadístico del Proceso, es una técnica probada para mejorar tanto la calidad como la productividad, apoyándose en las gráficas de control. Para el presente proyecto que se propone, se utilizarán las gráficas de control por atributos.

2.4.4.1. Gráficos de control por atributos

Son gráficos de control basados en la observación de la presencia o ausencia de una determinada característica, o de cualquier tipo de defecto en el producto, o servicio o proceso en estudio. Los atributos no pueden medirse, pero se pueden observar y contar, y son útiles en muchas situaciones prácticas.

Los datos que se asumen son: bueno o malo, pasa o no pasa, etc. y se obtienen a menudo mediante inspección visual. Para la construcción de este tipo de gráficos, se debe hacer la siguiente diferencia entre la disconformidad (defecto) y unidad no conforme (unidad defectuosa).

- **Disconformidad (Defecto)**

Estado, modo o condición con que se presenta una cualidad (atributo) con una gravedad, cuantía o intensidad suficientes para que el producto que la posea no cumpla con los requisitos de especificación.

- **Unidad no conforme (Unidad defectuosa)**

Unidad de producto o servicio que contiene una o varias disconformidades.

Entre los tipos de gráficos de control por atributos, tenemos a los siguientes:

- a) Gráfico “p”**

Este gráfico sirve para controlar el porcentaje de las unidades no conformes o defectuosas en la muestra controlada de la producción.

Para construir el gráfico p, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$P = \frac{np}{n}$$

Donde:

n = cantidad de elementos de la muestra o el subgrupo.

np = cantidad de elementos no conformes, de la muestra o del subgrupo.

p = proporción o fracción de no conformidad de la muestra o subgrupo.

Los límites de control se calculan de la siguiente manera:

$$\text{L.S.C.} = \bar{p} + 3\sqrt{[\bar{p}(1 - \bar{p})/n]}$$

$$\text{L.I.C.} = \bar{p} - 3\sqrt{[\bar{p}(1 - \bar{p})/n]}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \text{L.C.C.}$$

Es necesario que el tamaño de los subgrupos sea muy grande para que se pueda producir una gráfica confiable. Con frecuencia se emplea para dar cuenta del desempeño de un operario, de un grupo de operarios, o del área administrativa, es decir, como una forma para evaluar su desempeño en la calidad.

b) Gráfico “np”

Equivalente al gráfico “p”, pero se multiplica por el número de unidades defectuosas, es más rápido que el “p” porque ahorra el cociente. Es aplicable solamente si todas las muestras son del mismo tamaño “n”. Los cálculos de los límites de control se realizan a través de las siguientes fórmulas:

$$\bar{np} = (np_1 + \dots + np_N) / N = \text{L.C.C.}$$

Donde:

np_i = número de unidades no conformes de la muestra i

N = número de la muestra

$$\text{L.S.C.} = \bar{np} + 3\sqrt{[\bar{np}(1 - \bar{p})]}$$

$$\text{L.I.C.} = \bar{np} - 3\sqrt{[\bar{np}(1 - \bar{p})]}$$

c) Gráfico “c”

Es aquel gráfico que se utiliza para controlar la cantidad total de defectos por unidad, cuando el tamaño del subgrupo es constante. Algunos productos con un defecto todavía se aceptan. Los cálculos de los límites de control se realizan a través de las siguientes fórmulas:

$$\bar{c} = (c_1 + \dots + c_N) / N = \text{L.C.C.}$$

Donde:

c_i = número de disconformidades de la muestra i

N = número de la muestra

$$\text{L.S.C.} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{L.I.C.} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

d) Gráfico “u”

Utilizado cuando pueden aparecer varios defectos independientes en una misma unidad de producto o servicio. La diferencia entre el “c” y el “u” es que podemos contar el número de defectos por pieza o por lote. La gráfica “u” es idéntica a la gráfica “c”, menos en dos aspectos: Uno es la escala, que en el caso de la gráfica “u” es continua, en tanto que para la “c” es discreta.

El otro aspecto es el tamaño del subgrupo, que en el caso de gráfica “c” es uno. Para construir el gráfico u, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$u = \frac{c}{n}$$

Donde:

c = número de no conformidades de un subgrupo.

n = número de unidades inspeccionadas de un subgrupo.

u = número de no conformidades/unidad de un subgrupo.

Los límites de control se calculan de la siguiente manera:

$$\text{L.S.C.} = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

$$\text{L.I.C.} = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} = \text{L.C.C.}$$

2.4.5. Programa de producción

Es la planificación de la producción de cierto producto, reflejado durante cierto período de tiempo. Para ejecutarse, todo programa de producción depende de la cadena de suministros, luego depende del funcionamiento del equipo y maquinaria disponible para transformar las materias primas en producto, por último de la rotación de inventarios en las bodegas de producto terminado. Si alguno de estos tres procesos tiene inconvenientes para trabajar, los programas de producción sufren modificaciones y por ende cambios. Pero también tienen cambios debido a la demanda que pueda tener un producto. De esa forma se recomienda que antes de cumplir con la producción establecida en el programa, los distintos departamentos como suministros, producción, control de calidad, mantenimiento, bodega de producto terminado y logística, se reúnan para definir si procede el programa a realizarse en la fecha establecida.

Un programa de producción consta de las siguientes partes: fecha de la semana de producción, jornadas de trabajo, horas hábiles, presentaciones de productos a elaborar, las cantidades a producir y observaciones generales (como eficiencias de línea, mantenimientos a equipos, asuetos, etc.).

2.4.6. Eficiencia de producción

Se le utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones: la primera, como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados y la segunda, como grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos. Puede definirse también como la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada. Así mismo, el concepto de eficiencia lleva a tener siempre presente la idea del costo, a través del uso que se hagan de los recursos.

2.5. Agua residual

Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por las personas o industrias.

2.5.1. Tipos

Los tipos de agua residual que se generan de la operación de producción en empresas embotelladoras, son las siguientes:

- **Aguas residuales de proceso:** Aquellas que se generan del proceso productivo o de operación.

- **Aguas residuales sanitarias (Aguas negras):** Aquellas que se generan de labores domésticas sobre todo con residuos fecales y detergentes.

2.5.2. Características

Las características del agua residual de proceso es que contiene químicos como hierro, plomo, oxígeno disuelto, cloro residual o libre, cadmio, pH (potencial de hidrógeno), etc. mientras el agua residual sanitaria (agua negra), contiene las características como desecho doméstico o desecho humano.

2.5.3. Manejo

El manejo del agua residual, generada del proceso de producción, se puede realizar de la siguiente forma:

1. Descarga directamente a instalaciones de tratamiento privadas, que cuenten con tratamiento secundario.
2. Descarga directamente a instalaciones de tratamiento públicas, que cuenten con tratamiento secundario.
3. Tratamiento enteramente en la planta con descarga directa o indirectamente a un cuerpo natural de agua o a un sistema de tratamiento de alcantarillado municipal o privado, mediante una neutralización de contaminantes.

2.6. Capacitación del personal

La capacitación del personal, significa instruir o habilitarlos para seguir el método prescrito y alcanzar el estándar deseado.

A continuación se indican los métodos de capacitación que se tratarán de utilizar para capacitar al personal una vez desarrollado el proyecto.

- **Instrucciones escritas**

Las descripciones escritas en forma sencilla del método correcto son una mejora al aprendizaje en el trabajo, pero sólo para operaciones simples o en situaciones donde el operario tiene conocimientos relativos del proceso y sólo necesita ajustar variaciones pequeñas. Esto supone que el operario entiende el lenguaje en el que están escritas las instrucciones o que tiene suficiente educación para leer bien.

- **Instrucciones gráficas**

Se ha probado que usar fotografías con las instrucciones escritas es un recurso efectivo para la capacitación de los operarios. Esto también facilita la comprensión del nuevo método a los trabajadores con menos educación. En general, los dibujos tienen alguna ventaja sobre las fotografías al resaltar detalles específicos, omitir detalles no esenciales y permitir vistas amplificadas. Por otro lado, es más sencillo producir y almacenar fotografías de la situación real si se exponen en forma adecuada.

- **Capacitación física**

La capacitación que incluye modelos físicos, simuladores o equipo real es mejor para las tareas complejas. Permite que el capacitando realice las actividades de trabajo en condiciones reales válidas, experimente las condiciones de emergencia en un entorno controlado y seguro, tenga supervisión en su desempeño para obtener retroalimentación.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Diagnóstico general de la empresa ABASA

Para realizar este análisis se empleó la herramienta de diagnóstico FODA. Para llevarla a cabo se hizo necesario de usar la siguiente metodología:

- Entrevista con el gerente de planta
- Entrevista con el gerente de aseguramiento de calidad
- Entrevista con el jefe de control de calidad
- Entrevista con el jefe de producción
- Entrevista con los supervisores de línea
- Visita a las áreas de estudio (línea de producción, lugar de trabajo de los operadores y puntos críticos analizados para realizar el control estadístico del proceso por atributos).
- El análisis de las oportunidades y amenazas, se orientan al medio en donde se ubica la empresa.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un cuadro que contiene el análisis FODA de la empresa, mismo que se representa a continuación.

Tabla V. Diagnóstico FODA de la empresa ABASA

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
a. Coca Cola, representa un producto líder a nivel mundial en las industrias embotelladoras.	a. Aprovechar el posicionamiento de la marca Coca Cola, como producto líder, permitiendo a ABASA mantener e incrementar
b. Tiene el equipo y recursos	

Continuación

<p>necesarios para implementar un proyecto de mejora.</p> <p>c. La gestión de calidad y la mejora continua son esenciales en la empresa.</p> <p>d. Cuenta con personal de mucha experiencia en los procesos productivos.</p> <p>e. Cualquier proyecto que se proponga en beneficio de mejora, generalmente, tiene la aprobación de la gerencia de planta.</p> <p>f. La empresa tiene demanda en sus productos, por lo tanto hace que la implantación de proyectos sea una necesidad.</p> <p>g. Tiene un proceso de mejoramiento continuo en sus procesos.</p> <p>h. Está en proceso de certificación de fase 4, dentro de su sistema de calidad.</p> <p>i. Existen equipos de mejora.</p> <p>j. Cuenta con una línea de producción, lo cual le permitirá expandirse.</p> <p>k. El proyecto a implantar, permitirá reducir el desperdicio de envases</p>	<p>su participación en el mercado de bebidas carbonatadas, en comparación a la competencia.</p> <p>b. Certificarse dentro de un sistema de calidad que permita estandarizar los procesos con las normas internacionales.</p> <p>c. Hacer alianzas con los supermercados en cuanto a promociones para vender el producto Coca Cola, ofreciendo un producto de calidad, que satisfaga las necesidades del cliente.</p>
---	--

Continuación

<p>retornables así como aprovechar al máximo la materia prima (envase retornable).</p>	
<p>DEBILIDADES (D)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. No cuenta con un índice de medición de la productividad. b. Se tiene poco control del desperdicio de envase retornable. c. Atienden acciones correctivas. d. No llevan un control y monitoreo sobre los gráficos de control para atributos, que les permitiría identificar causas asignables a problemas en área de producción. e. La maquinaria de las líneas de embotellado, tiene paros inesperados. f. El tiempo de inducción en cuanto al uso de los equipos y maquinaria, es corto. g. Algunos operarios no utilizan adecuadamente el equipo de protección personal. h. Las inspecciones en puntos considerados como críticos deben mejorarse, por ejemplo recepción de envases, limpieza de envases, inspección final del producto 	<p>AMENAZAS (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Perder posicionamiento en el mercado de bebidas carbonatadas, por no promocionar la marca Coca Cola en eventos sociales. b. No cumplir con las regulaciones de ley locales, en cuanto al manejo sostenible del medio ambiente, lo que pueda ocasionar el cierre de la planta o suspensiones. c. No validarse en el sistema de calidad que requiere la marca Coca Cola, por incumplimiento de los requerimientos técnicos que se le exige.

Continuación

<p>terminado, etc.</p> <p>i. Se tiene desperdicio de producto no conforme en las producciones de envase retornable, lo que puede provocar entrega de producto defectuoso al cliente final.</p>	
--	--

Fuente: Investigación de campo

3.2. Diagnóstico del departamento de producción

Para realizar este análisis se empleó la herramienta de diagnóstico FODA en el área de producción. Para llevarla a cabo se hizo necesario de usar la siguiente metodología:

- Entrevista con el jefe de producción
- Entrevista con los supervisores de línea
- Entrevistas con los operadores y auxiliares rotativos
- Visita a las áreas de estudio (línea de producción, lugar de trabajo de los operadores y puntos críticos analizados para realizar el control estadístico del proceso por atributos).

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un cuadro que contiene el análisis FODA del área de producción, mismo que se presenta a continuación.

Tabla VI. Diagnóstico FODA del departamento de producción de ABASA

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
a. Los operadores y auxiliares rotativos conocen las actividades	a. Aprovechas las épocas consideradas pico, como

Continuación

<p>a desarrollar en las jornadas de producción.</p> <p>b. Se cuenta con personal (operadores y auxiliares rotativos) de mucha experiencia en los procesos productivos.</p> <p>c. Instalación de nueva línea de producción (Línea 3).</p> <p>d. El personal está comprometido con la mejora continua.</p> <p>e. Se muestran los indicadores (eficiencia, rendimientos, etc.), para que el personal conozca su responsabilidad hacia los mismos.</p> <p>f. Se planifican jornadas de limpieza y mantenimiento a los equipos, principalmente los fines de semana.</p> <p>g. Pocos accidentes debido a que los operarios conocen la operación de sus equipos.</p> <p>h. Existen equipos de mejora.</p> <p>i. Existe comunicación abierta en el departamento de producción hacia los problemas que se presentan.</p> <p>j. Cumple con los programas de producción.</p>	<p>principios de año, semana santa, medio año y navidad.</p>
---	--

Continuación

<p>k. Al personal operativo, constantemente se les capacita sobre temas del sistema de calidad, buenas prácticas de manufactura y manejo de equipos.</p>	
<p>DEBILIDADES (D)</p> <p>a. Se desperdicia mucho envase retornable y no se cuenta con un indicador de medición.</p> <p>b. Se tienen maquinaria y equipos que fallan continuamente (Línea 1 y 2).</p> <p>c. Los índices de eficiencia son bajos.</p> <p>d. El período de capacitación para los operarios nuevos, es relativamente corto.</p> <p>e. Existe mucha rotación de personal.</p> <p>f. El personal no utiliza adecuadamente el equipo de protección personal.</p> <p>g. Falta de monitoreo en área de procesos claves.</p> <p>h. La documentación es excesiva.</p>	<p>AMENAZAS (A)</p> <p>a. Creación de nuevas empresas aledañas que puedan acaparar al personal operativo.</p> <p>b. No es fácil encontrar en el medio, personal idóneo para ocupar las plazas de operadores y auxiliares rotativos.</p>

Fuente: Investigación de campo

3.3. Áreas de trabajo

Las áreas de trabajo en las cuales se puede dividir la línea de producción de envase retornable (línea 1) son:

- a. Recepción de envases
- b. Clasificación e inspección de envase
- c. Desencajonado
- d. Transportador de cajillas
- e. Entrada a lavadora
- f. Salida de lavadora
- g. Inspección de envase limpio (lámparas de vacío)
- h. Llenado
- i. Inspección de producto terminado (lámpara de lleno)
- j. Empacado
- k. Inspección previa al paletizado
- l. Paletizado
- m. Bodega de producto terminado

a. Recepción de envases

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área donde se da la recepción de envases previo a su lavado y llenado. Las cajas de envases se colocan en tarimas, las cuales son transportadas por los montacargas. La función de los operarios es tomar las cajas de envases y colocarlas en los transportadores para empezar a abastecer la operación de producción.

Figura 6. Área de recepción de envases



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

Ésta área de trabajo no genera desperdicio de envase retornable, ya que la operación es manual, es decir el operario coloca las cajas sobre el transportador de cajilla y el envase no sufre rotura, ya que la misma es colocada con cuidado.

- b. Clasificación e inspección de envase**

- **Descripción del área de trabajo**

En esta área se realiza una clasificación e inspección de envases retornables vacíos, provenientes de la bodega de producto terminado.

La función de clasificar e inspeccionar, consiste en desechar todo aquel envase que no cumpla con las especificaciones como:

- Defectos físicos (envases quebrados, fisuras).
 - Otras marcas (envases con marca diferente a la presentación a producirse).

- Envase demasiado sucio.
- Envase con basura en su interior.
- Envase con tapa puesta (en este caso pueden ser reutilizados).

Figura 7. Inspección previa a desencajonado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En ésta área de trabajo se realiza una clasificación e inspección de envases retornables vacíos que el departamento de bodega de producto terminado, logra reunir del mercado (reutilizado) o de bodega para el proceso de envasado. Por lo que en esta área no hay desperdicio de envase retornable por operación, sin embargo aquí se detectan atributos del envase como suciedad y defectos físicos previos al proceso de llenado. Los envases con estos atributos son separados del resto por medio de tarimas para su desecho total.

c. Desencajonado

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área que cuenta con la máquina desencajonadora, la cual se encarga de separar los envases de sus cajas para colocarlos en los transportadores que se dirigen a la entrada de la lavadora.

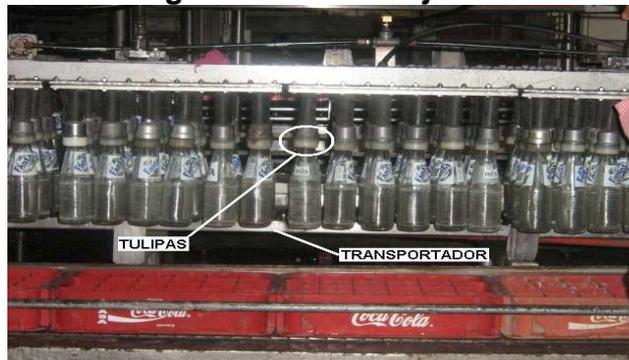
Figura 8. Área de desencajonado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

Figura 9. Desencajonado



Fuente: Investigación de campo

Como se pudo apreciar en la foto, cada envase es sujetado por unas tulipas (campanas de plástico en forma de empaque) que en algunas ocasiones no resisten el peso de los envases, provocando que se caigan y quiebren.

Mientras que en otras ocasiones, el desperdicio se da cuando la máquina despliega los envases en el transportador. Esto ocurre debido a que el envase puede ser inestabilizado por la máquina al momento del desprendimiento, ocasionando que resbale sobre los demás.

d. Transportador de cajillas

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área donde se separan las cajas de envases después de ser desencajonados. Las cajas se limpian, ordenan y colocan en forma manual, en un transportador que se dirige a la encajonadora.

Figura 10. Área de colocación de cajilla



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En esta área de trabajo no se desperdicia envase retornable, ya que las cajillas van vacías y se dirigen al área de empaclado.

e. Entrada a la lavadora

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área previa al ingreso de los envases a la lavadora, después de ser desencajonados. El ingreso de los envases es automático, los cuales se ordenan en grupos de 32 que se colocan en sus respectivos bolsillos que forman un canjilón. Esta área es supervisada por el operador de la lavadora.

Figura 11. Área de entrada a la lavadora



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En la entrada a la lavadora, no se origina desperdicio de envase retornable ya que los envases se ordenan automáticamente y colocados en los bolsillos de los canjilones, previos a ser lavados.

f. Salida de lavadora

- **Descripción del área de trabajo**

Esta área es supervisada por un operario, quien se encarga de operar el equipo.

Figura 12. Área de salida de lavadora



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En la salida de la lavadora, es donde se genera la mayor cantidad de desperdicio de envase retornable. El desperdicio, se da de la siguiente manera:

En la entrada de la lavadora se encuentra la mesa de carga, área en la cual el ingreso del envase es automático para ser lavado. Posteriormente cada envase es colocado en 32 bolsillos que complementa un canjilón. Una vez que el canjilón se completa con las 32 botellas colocadas en los bolsillos, el mismo se mueve y entra a la lavadora con un movimiento circular, para darle lugar a otro canjilón de poder completarse. Dentro de la lavadora, existen otros treinta y dos bolsillos que contienen campanas, donde se realiza la función de lavar el envase. El movimiento circular que trae el canjilón que contiene las botellas, debe coincidir con el movimiento que trae el carro que contiene las campanas de lavado.

En ese traslape e intercambio de posiciones, es en donde se genera el desperdicio de envase, debido a que hay ciertos canjilones o bolsillos (que contienen el envase para ser lavado), que están desalineados respecto a la posición de los carros que contienen las campanas de lavado. Eso hace que cuando el envase quiere entrar en la campana, el mismo tope y se quiebre continuamente por cada movimiento circular de los canjilones. La velocidad con que se mueven los canjilones es de 24 golpes/minuto, eso indica que por minuto, los envases que son lavados son aproximadamente 768.

El desperdicio generado por suciedad, es también asignado a la lavadora, ya que por problemas de temperatura, aplicación de químicos, problemas de bolsillos o canjilones, no se cuenta con un buen proceso de lavado y eso provoque que el envase se obtenga sucio y se rechace para su llenado. Si la lavadora, tiene problemas de temperatura (demasiado altas), genera otro desperdicio, esta vez por defectos físicos, reflejado por fisuras, abolladuras, etc. que provocan que el envase estalle cuando se llena.

g. Inspección de envase limpio (Lámparas de vacío)

- **Descripción del área de trabajo**

Una vez que los envases salen de la lavadora, es de suponerse que salen limpios, pero para estar seguro de lo anterior se creó esta área, donde el transportador de la salida de la lavadora es dividido en tres subsecciones, donde en cada una de ellas se utilizan lámparas de inspección para verificar la limpieza de los envases vacíos previos a su llenado.

Si algún envase sale sucio, se coloca en un cuarto transportador el cual se dirige nuevamente a la lavadora, si el envase tiene algún defecto físico, el mismo se retira y se coloca en cajillas que tiene cada operario de las secciones de inspección.

Figura 13. Inspección de envase limpio (lámparas de vacío)



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

Esta área de trabajo funciona como punto de inspección de envases retornables vacíos previos a su llenado. La detección de suciedad, roturas y defectos físicos son los puntos a evaluar, por lo que esta área no genera desperdicio solo contabiliza el generado de la lavadora.

h. Llenado

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área de llenado de producto carbonatado de los envases retornables a través de la llenadora.

Figura 14. Área de llenado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En el área de llenado, el desperdicio de envase se origina de la siguiente forma:

- ▶ Las cañas de llenado no son las adecuadas, provocando que se generen partículas extrañas en la bebida o llenen producto de bajo nivel.
- ▶ Las explosiones que origina la llenadora cuando procede a llenar el producto en el envase.
- ▶ La mala colocación de la tapa.
- ▶ El bajo nivel de llenado en los arranques de línea, provocados por la inestabilidad.

Figura 15. Llenado



Fuente: Investigación de campo

i. Inspección de producto terminado (Lámpara de lleno)

• Descripción del área de trabajo

Esta área consiste en inspeccionar al producto terminado previo a ser encajonado. Tiene dos divisiones de transportador, en cada una tiene su respectiva lámpara, donde dos auxiliares rotativos detectan lo siguiente:

- ▶ Nivel de llenado.
- ▶ Colocación adecuada de la tapa.
- ▶ Presencia de sustancias extrañas.
- ▶ Defectos físicos de la botella conteniendo producto terminado.

Figura 16. Inspección de producto terminado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En esta área se inspeccionan los atributos que provocan desperdicio de envase retornable cuando el producto sale del proceso de llenado. El producto defectuoso es retirado en cajillas y ordenadas en tarimas para ser desechadas.

j. Área de encajonado o empacado

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área que cuenta con la máquina empacadora, la cual se encarga de ordenar a las botellas con producto en sus cajas respectivas.

Figura 17. Área de encajonado o empaclado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En el área de empaclado, el desperdicio de envase se origina de la siguiente forma:

- ▶ Por la inexperiencia de los operadores nuevos.
- ▶ Por el tipo de envase.
- ▶ Los ajustes inadecuados en los cambios de presentación.
- ▶ Por desperfectos mecánicos, como problemas en los ascensores, cadenas de los transportadores que conducen las cajillas, excéntricas, empujadores.
- ▶ Falta de mantenimiento mecánico preventivo.

k. Inspección previa al paletizado

- **Descripción del área de trabajo**

Esta área es cubierta por un operario quien se encarga de inspeccionar las cajas que salen del área de encajonado.

Es la última inspección que se le da al producto terminado previo al paletizado.

Figura 18. Inspección previa al paletizado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

Esta área constituye la última inspección del producto terminado previo al paletizado, no genera desperdicio de envase, al contrario detecta el generado del área de empacado.

I. Paletizado

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área donde se realiza el entarimado de las botellas conteniendo producto terminado. Las tarimas se forman con la ayuda de la máquina paletizadora, donde generalmente una tarima se forma de 42, 36 y 24 cajas.

Una vez formada la tarima, es llevada por los montacargas al área de producto terminado.

Figura 19. Área de paletizado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En el área de paletizado, el desperdicio de envase se origina de la siguiente forma:

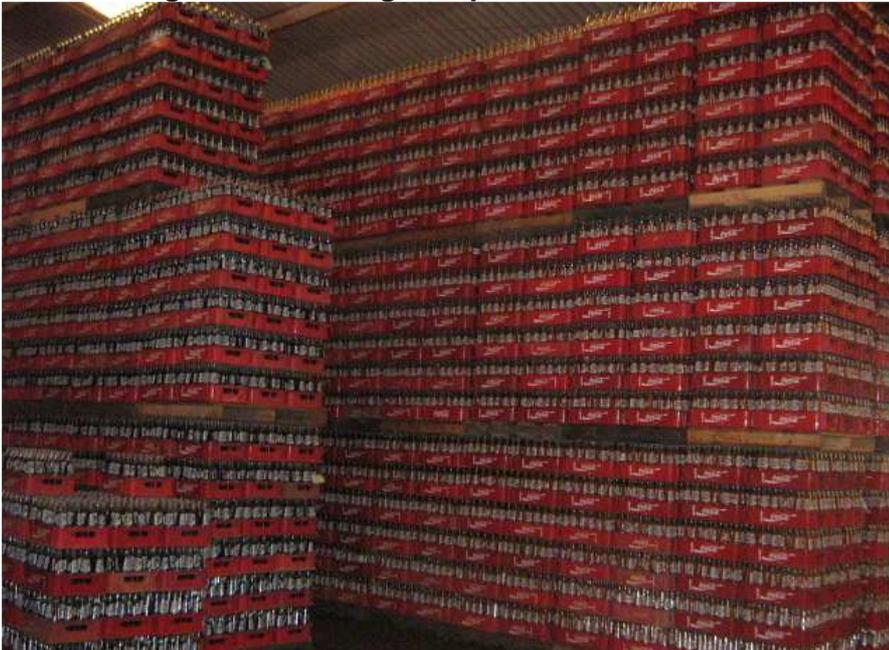
- ▶ Problemas en los ascensores.
- ▶ Mala ubicación de las cajas en la tarima, al momento de paletizar.
- ▶ Descuido del operario cuando la tarima se desliza sobre el transportador.
- ▶ Desperfecto en las fajas transportadoras que se dirigen al área de paletizado.
- ▶ Descuido del operador de montacargas al momento de retirar una tarima del área de paletizado.

m. Bodega de producto terminado

- **Descripción del área de trabajo**

Es el área donde se ordena y almacena, las tarimas de producto terminado que se obtienen después del paletizado, en una jornada de producción.

Figura 20. Bodega de producto terminado



Fuente: Investigación de campo

- **Análisis del área de trabajo**

En esta área se da desperdicio de envase retornable con producto terminado cuando el personal operativo que maneja los montacargas tiene algún accidente, pero el mismo no es contabilizado en el área de producción.

3.3.1. Equipo y maquinaria de línea

El equipo y maquinaria que se utiliza en el área de producción de ABASA, es el siguiente:

- a) **Desempacadora o descajonadora:** Es la máquina encargada de desprender el conjunto de envases de su cajilla, para su posterior colocación en los transportadores previos a dirigirse a la lavadora. La desempacadora cuenta con campanas que pueden desprender 120 botellas (5 cajas) en cada movimiento.

Figura 21. Desempacadora o descajonadora



Fuente: Investigación de campo

- b) **Lavadora:** Como su nombre lo indica, es aquella máquina encargada de lavar los envases retornables (envases de vidrio) con aditamentos químicos. Esta máquina utiliza agua suave (no recibe tratamiento para eliminar los carbonatos que provocan dureza en el agua).

En la entrada, cuenta con canjilones que tienen 32 bolsillos. En ellos se colocan los envases sucios previos a ser ingresados para su lavado respectivo. Al área de acumulamiento de envases, previos a ser colocados en los bolsillos, se le llama mesa de carga. Ésta última se conecta con los canjilones por medio de guías en los cuales resbala el envase y entra en el bolsillo. Si esas guías están desajustadas, se produce rotura de envases por el contacto y presión que ejercen otros envases entre sí.

La lavadora proporciona aproximadamente 768 botellas limpias por minuto.

Figura 22. Lavadora



Fuente: Investigación de campo

- c) Llenadora:** Es aquella máquina que tiene como función principal, llenar de bebida carbonatada los envases retornables. La llenadora, cuenta con un tazón con capacidad para llenar 65 botellas en cada vuelta.

Su velocidad nominal de llenado es de 650 bpm (botellas por minuto), para presentaciones de 6.5 y 12 onzas, de 500 bpm para 16 onzas y de 280 bpm para 32 onzas.

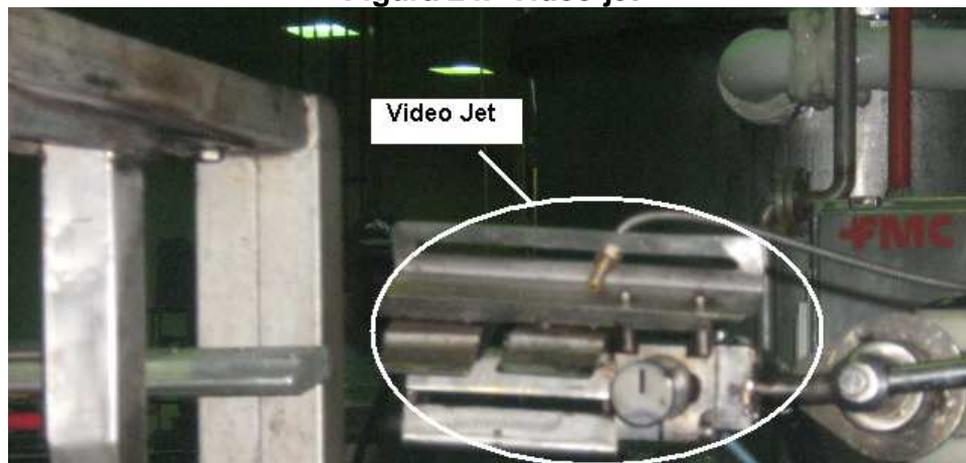
Figura 23. Llenadora



Fuente: Investigación de campo

d) Video Jet: Es un codificador electrónico que tiene como función principal, colocarle la fecha de vencimiento al producto terminado.

Figura 24. Video jet



Fuente: Investigación de campo

e) **Encajonadora o empacadora:** Es aquella máquina que se encarga de agrupar las botellas con producto terminado y colocarlas en sus respectivas cajas. Cuenta dos bandas transportadoras, en una de ellas circula el producto terminado, mientras que en la otra, la cajilla.

Entre ellas existe una diferencia de altura de aproximadamente un metro. Entonces, cuando se completa el número de botellas que contiene la presentación se encajonan y se despliegan en ascensores que se incrustan en la cajilla, empacando el producto.

Figura 25. Encajonadora o empacadora



Fuente: Investigación de campo

f) **Paletizadora:** Es aquella máquina encargada de agrupar a las cajas con producto terminado en tarimas. Cuenta con dos bandas transportadoras que provienen de la encajonadora, las cuales forman la paletizadora No. 1 y No. 2. En ellas circula el producto encajonado, mismo que se dirige al equipo en la parte superior.

En esa parte, las cajillas son empujadas por un rastrillo o brazo, que las apila en grupos de seis, cuando la presentación es de 6.5, 12 y 16 onzas, mientras que cuando la presentación es de 32 onzas, se apila en grupos de cuatro. Una vez que se completan los grupos, se abre una compuerta dejando caer la cama de cajillas sobre la tarima. Seguidamente se cierra la compuerta y vuelve a completar otro grupo de cajillas, y así sucesivamente se repite este paso, hasta completar el número de camas y cajas por presentación, siendo éste de 42 cajas y 7 camas para 6.5 onzas, 36 cajas y 6 camas para 12 onzas y 24 cajas y 4 camas para 32 onzas. Seguidamente la tarima se despliega sobre otro transportador terrestre, lista para ser trasladada a bodega de producto terminado por los montacargas.

Figura 26. Paletizadora



Fuente: Investigación de campo

- g) Transportadores:** Equipo móvil formado por bandas metálicas, las cuales se movilizan por el empuje de cadenas. Estas bandas son lubricadas con Selene (producto químico) para un mejor deslice de las botellas.

Figura 27. Transportadores



Fuente: Investigación de campo

- h) Coronador:** Es aquella máquina que le coloca la corcholata a las bebidas de envase retornable, en la presentaciones de 6.5, 12 y 16 onzas. En la parte superior cuenta con una tolva, en la cual se le introduce las tapas necesarias para la producción.

Figura 28. Coronador



Fuente: Investigación de campo

- i) **Lámparas de inspección:** son aquellas lámparas especiales que permiten tener una mejor iluminación para observar al envase limpio y al producto terminado, con el fin de poder detectar cualquier disconformidad que pueda tener el envase y producto (suciedad, bajo nivel, partículas extrañas, etc.).

A las lámparas utilizadas para inspeccionar envase limpio se les llama lámpara de vacío, mientras que aquellas utilizadas para inspeccionar envase conteniendo producto terminado (bebida), se le llama lámpara de lleno.

Figura 29. Lámparas de inspección



Fuente: Investigación de campo

- j) **Capsulador:** Es aquella máquina que le coloca tapa plástica a la bebida de envase retornable en la presentación 32 onzas. En la parte superior cuenta con una tolva, en la cual se le introduce las tapas necesarias para la producción. Este equipo no está incorporado a la llenadora.

Figura 30. Foto capsulador



Fuente: Investigación de campo

3.4. Descripción de procesos

En esta sección se presenta el flujograma y el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas, utilizado por la empresa ABASA. Pero antes de representarlos gráficamente, es necesario describir el proceso paso a paso.

- Se hace recepción de bodega de producto terminado, del envase retornable vacío para llenado, según la presentación y cantidad necesaria. Éstos son colocados en el transportador que se dirige al área de inspección y desencajonado.

- Se inspecciona el envase retornable vacío que se le hace recepción. La inspección consiste en separar los envases retornables vacíos con defectos físicos, sucios, de otras marcas, etc. en cajillas separadas para luego ser retiradas.
- El envase apto para llenado, es desencajonado de la cajilla, mientras ésta es colocada en el transportador que se dirige al área de empaclado.
- El envase es ordenado y colocado automáticamente en la entrada de la lavadora para su respectivo lavado.
- Se lleva a cabo la operación de lavado de envases retornables vacíos por la lavadora, tomando en cuenta las condiciones de temperaturas y aplicación de químicos.
- El envase sale de la lavadora, ordenado automáticamente después del proceso de lavado.
- El envase retornable limpio se dirige a su respectiva inspección. En ella se detectan atributos como suciedad, defectos físicos y rotura.
- Si en la inspección, el envase tiene defectos físicos o rotura, el mismo es separado en cajillas. Mientras que si presenta suciedad, el mismo es regresado nuevamente al proceso de lavado por medio de un transportador que conduce a la entrada de la lavadora.
- Operación de llenado.
- Operación de colocación de tapa al producto que fue llenado, por el equipo coronador.
- Al producto terminado, se le imprime el código de lote de producción y la fecha de vencimiento por el equipo video jet.
- El producto terminado, es inspeccionado de las siguientes especificaciones como: nivel de llenado (altura de llenado), roturas de llenadora y disconformidades (falta de tapa, presencia de partículas extrañas, defectos de impresión de la marca, defectos físicos, suciedad de envase, etc.) e impresión del código.

- Si el producto no cumple con las especificaciones anteriores, es rechazado, separado y se procede a su destrucción conforme lo indica el procedimiento de la compañía.
- Si el producto cumple con las especificaciones, se procede a empacarlo.
- Se inspecciona el empaquetado del producto terminado. La inspección consiste en verificar si las cajillas están completas, según la presentación.
- Se procede al paletizado del producto terminado conforme la presentación.
- Se inspecciona el paletizado del producto terminado, verificando que se contenga el número de cajillas correspondientes a la presentación de la producción. Si en caso no se cumple, se procede a completar la tarima.
- Una vez paletizado el producto, la tarima es retirada de la paletizadora verificando que la misma no se caiga.
- Se le coloca identificación (gollete) a la tarima de producto terminado.
- Los montacargas recogen las tarimas del área de producción (paletizado).
- Las tarimas son almacenadas en la bodega de producto terminado.

3.4.1. Flujograma del proceso

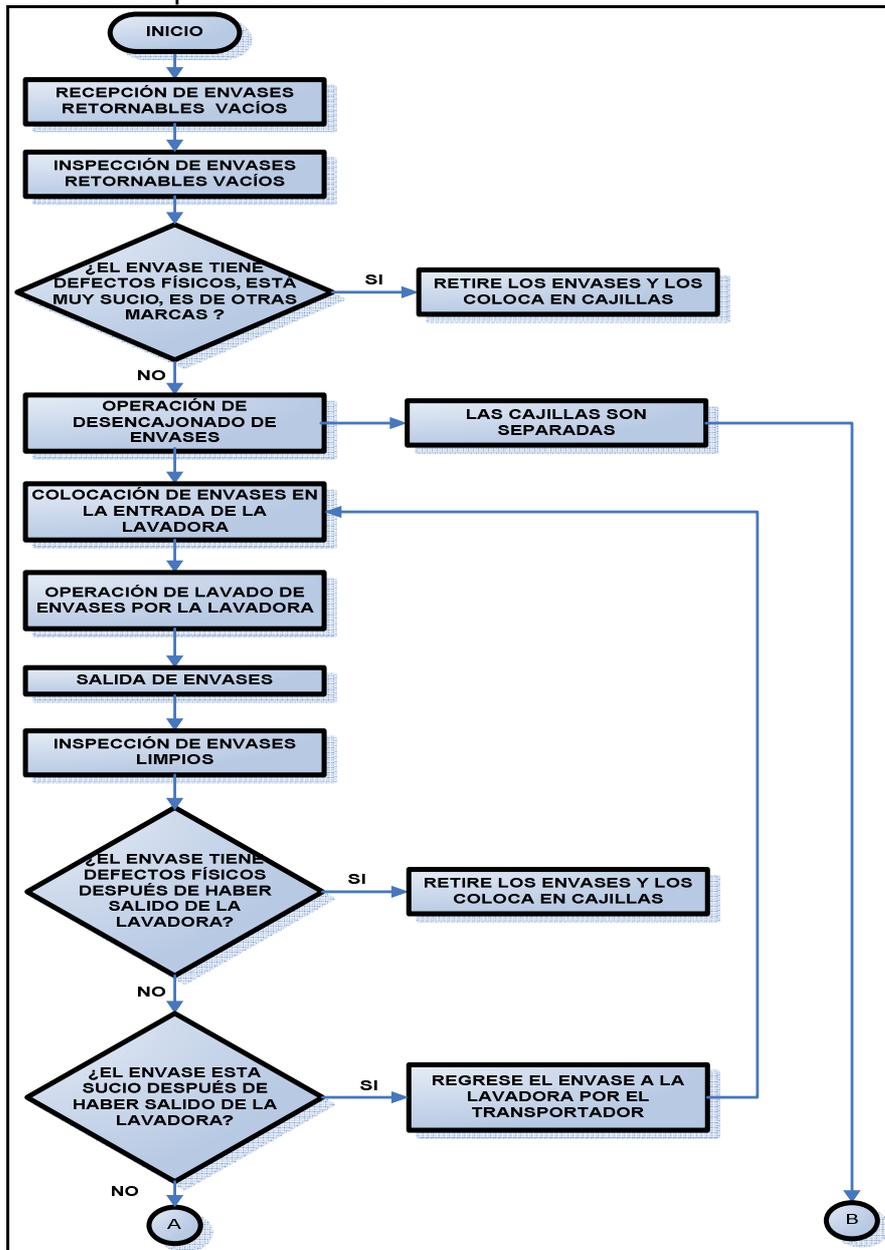
A continuación, se presenta el flujograma del proceso de envasado de producto carbonatado de la empresa ABASA, para Coca Cola 12 onzas en envase retornable.

Figura 31. Flujoograma del proceso

FLUJOGRAMA DEL PROCESO

Empresa: Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A.
Producto: Coca Cola 12 onzas
Dirección: Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa
Analista: Juan Pablo Ochaeta
Inicio: Área de recepción de envases

Hoja: 1/3
Fecha: 15/11/06
Método: Actual
Finaliza: BPT



FLUJOGRAMA DEL PROCESO

Empresa: Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A.

Producto: Coca Cola 12 onzas

Dirección: Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa

Analista: Juan Pablo Ochaeta

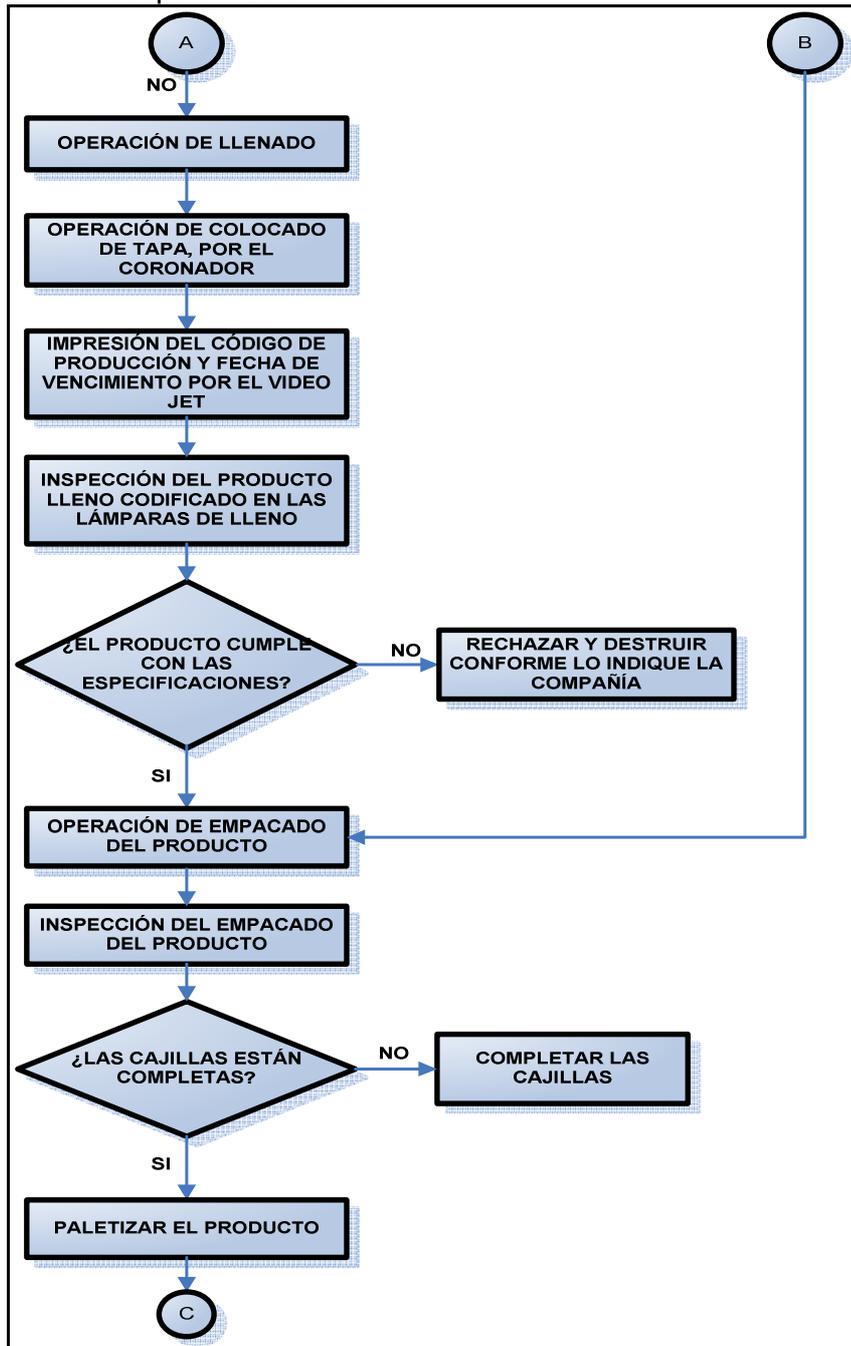
Inicio: Área de recepción de envases

Hoja: 2/3

Fecha: 15/11/06

Método: Actual

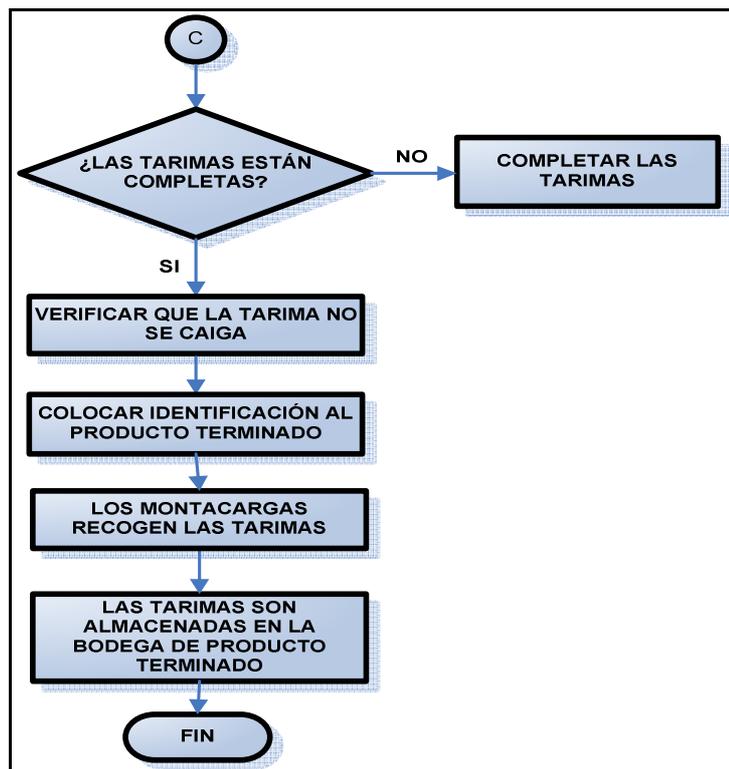
Finaliza: BPT



FLUJOGRAMA DEL PROCESO

Empresa: Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A.
Producto: Coca Cola 12 onzas
Dirección: Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa
Analista: Juan Pablo Ochaeta
Inicio: Área de recepción de envases

Hoja: 3/3
Fecha: 15/11/06
Método: Actual
Finaliza: BPT



Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Diagrama de recorrido del proceso

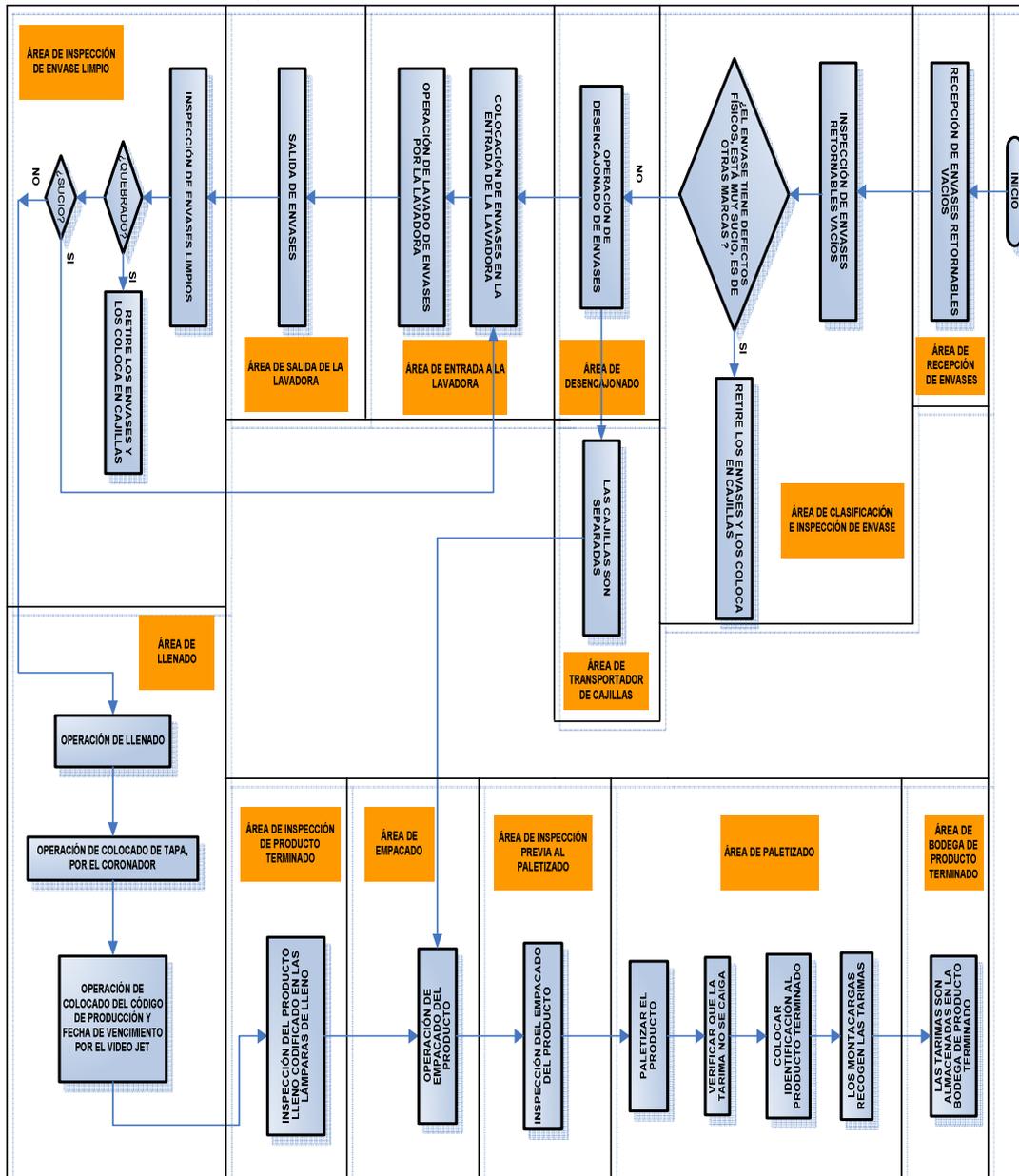
A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso de embotellado del producto Coca Cola. Si se puede observar, el diagrama fue elaborado en base al flujograma de proceso.

Figura 32. Diagrama de recorrido del proceso

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO

Empresa: Alimentos y Bebidas Atlántida, S.A.
 Producto: Coca Cola 12 onzas
 Dirección: Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa
 Analista: Juan Pablo Ochaeta
 Inicio: Área de recepción de envases

Hoja: 1/1
 Fecha: 15/11/06
 Método: Actual
 Finaliza: BPT



Fuente: Investigación propia

3.5. Cálculo del desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción

En esta sección, se pretende realizar un análisis sobre como minimizar el desperdicio de envase retornable en las producciones programadas, que repercuten en la eficiencia. Para lograr lo anterior, se debe determinar la cantidad de desperdicio que se genera actualmente, seguidamente identificar las causas asignables que provocan ese problema, para atacarlas con actividades y planes de acción de mejora.

3.5.1. Producción programada

La producción que se proyecta en ABASA, es aquella que puede obtenerse del programa de producción que es elaborado por el Gerente de Planta. Las producciones son proyectadas semanalmente. En cada uno de los días de la semana se indica el tipo de presentación que se va a producir y las horas programadas de trabajo.

3.5.2. Cuantificación del desperdicio de envase retornable en producciones generadas a través de registros

La cuantificación del desperdicio de envases retornables se realizó sobre el producto Coca Cola en su presentación tradicional (Coca Cola 12 onzas).

3.5.2.1. Envase sucio

La cuantificación del envase sucio es un dato que se puede obtener del número de tarimas de envases que son rechazados por las inspecciones que se realizan en las lámparas de vacío, después del proceso de lavado.

3.5.2.2. Nivel de llenado

La cuantificación de este dato, se puede obtener del número de botellas que no cumplen con una medida estándar de llenado de producto (Coca Cola), las cuales son separadas en cajillas en el área de inspección de producto terminado o lámpara de lleno.

3.5.2.3. Defecto físico

La cuantificación de este dato, puede obtenerse del número de botellas que sufren un defecto físico, que podría ser quebradura, fisura, abolladura, etc., previo al llenado. Cada una de ellas, son separadas en tarimas y colocadas boca abajo, en el área de inspección de envase limpio o lámparas de vacío.

Posteriormente, el departamento de bodega de producto terminado, realizará una reclasificación del envase retirado como defecto físico, para determinar aquellos que aún puedan reusarse o definitivamente ser destruidos.

3.5.2.4. Producto defectuoso

Este dato es aquel que abarca varios atributos como: falta de tapa en el envasado de producto retornable, falta de código de vencimiento (este producto se separa y recodifica), envasado de producto conteniendo partículas extrañas, defectos en el envase conteniendo producto terminado (logotipo borroso), etc.

La recopilación de datos puede realizarse en el área de inspección de producto terminado o lámpara de lleno.

3.5.2.5. Rotura de envases

Este dato se puede obtener de la rotura de envases que produce cada máquina durante el proceso productivo de Coca Cola 12 onzas.

- **Procedimiento de recolección de datos**

Los datos que a continuación se presentan, se expresan en términos de índice. Éste aplica a los rubros de envase sucio, nivel de llenado, defectos físicos, producto defectuoso y rotura de envase. El valor del índice de desperdicio de envase retornable según el rubro, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ índice} = (\text{cajas según rubro} / \text{producción}) * 100 \quad (\text{según fecha})$$

El valor de las cajas según los rubros a analizar y las producciones, son datos no publicados. Para ejemplificar la relación anterior, se procederá a determinar un % índice del producto defectuoso:

Fecha: 01-Oct-06
Producción: 6,811.06 cajas (dato no publicado)
Producto defectuoso: 33.00 cajas
% índice = (cajas de producto defectuoso/ producción) *100
% índice = (33.00 / 6,811.06)*100
% índice = 0.4845

% índice producto defectuoso = 0.48
--

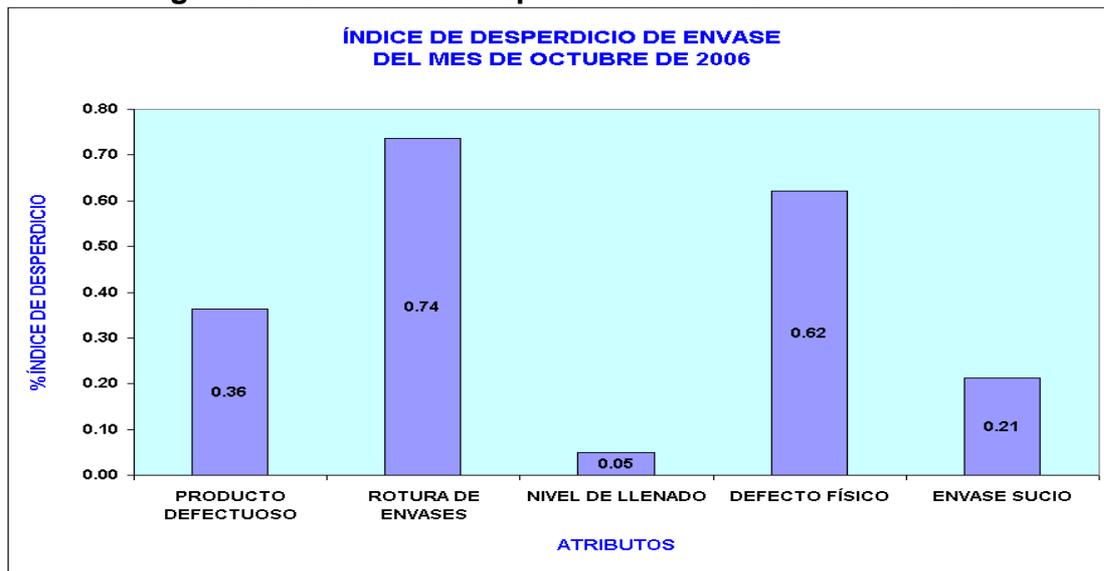
De igual forma, se aplicará este cálculo para obtener el % índice para los demás rubros. Para recolectar la información, se presentan las siguientes tablas:

Tabla VII. Tabla de recolección de datos del mes de octubre '06

DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
01-Oct-06	0.48	0.82	0.78	0.06	0.18
02-Oct-06	0.30	0.70	0.44	0.05	0.15
04-Oct-06	0.39	0.62	0.62	0.03	0.18
06-Oct-06	0.30	0.76	0.47	0.05	0.18
09-Oct-06	0.23	0.66	0.41	0.05	0.17
10-Oct-06	0.52	0.75	0.93	0.04	0.21
11-Oct-06	0.43	2.40	1.30	0.11	0.57
12-Oct-06	0.27	0.83	0.61	0.05	0.21
13-Oct-06	0.34	0.78	0.62	0.05	0.19
14-Oct-06	0.27	0.84	0.58	0.05	0.18
16-Oct-06	0.16	0.66	0.48	0.05	0.26
18-Oct-06	0.22	0.70	0.47	0.05	0.22
19-Oct-06	0.18	0.72	0.49	0.05	0.22
20-Oct-06	0.39	0.96	1.25	0.09	0.44
23-Oct-06	0.47	0.65	0.73	0.04	0.16
24-Oct-06	0.26	0.79	0.77	0.05	0.26
25-Oct-06	0.19	0.69	0.56	0.04	0.23
26-Oct-06	0.69	0.83	0.44	0.05	0.37
27-Oct-06	0.80	0.95	1.02	0.06	0.23
28-Oct-06	0.41	0.53	0.67	0.05	0.27
30-Oct-06	0.44	0.61	0.60	0.06	0.18
31-Oct-06	0.49	0.89	1.38	0.05	0.49
% ÍNDICE	0.36	0.74	0.62	0.05	0.21

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Gráfico de desperdicio del mes de octubre '06



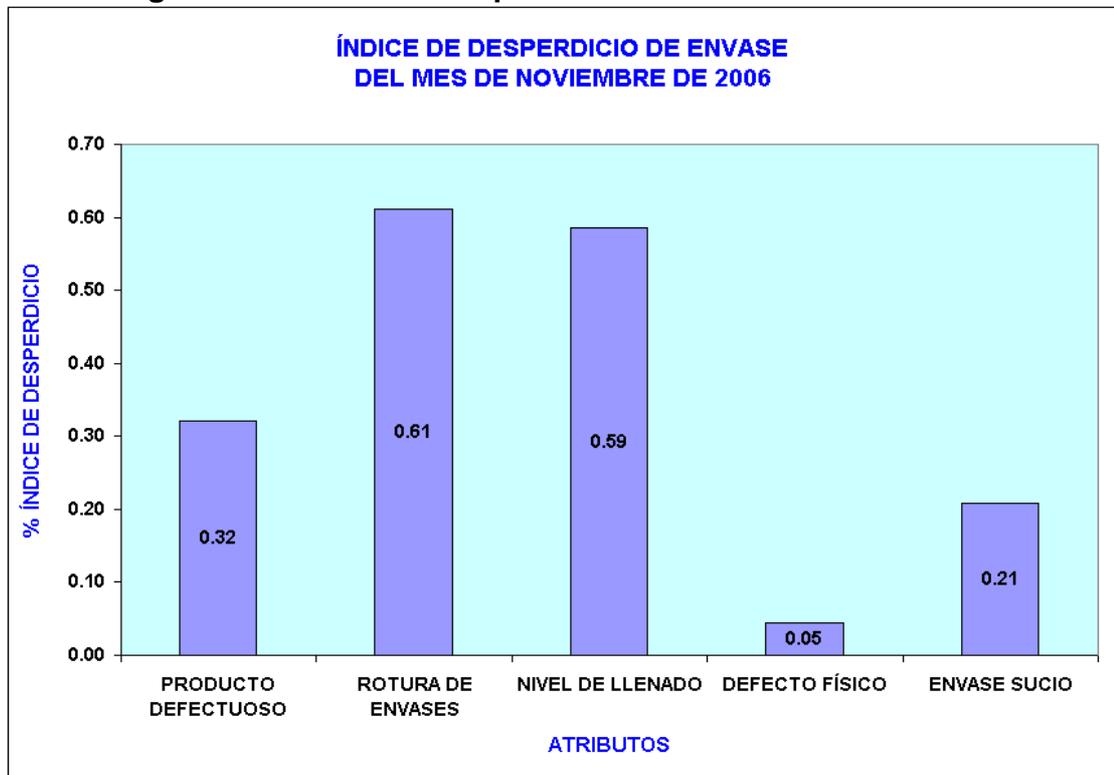
Fuente: Elaboración propia

Tabla VIII. Tabla de recolección de datos del mes de noviembre '06

DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
02-Nov-06	0.42	0.54	0.65	0.03	0.22
03-Nov-06	0.19	0.56	0.37	0.04	0.18
06-Nov-06	0.28	0.47	0.55	0.04	0.25
07-Nov-06	0.47	0.48	0.61	0.04	0.16
09-Nov-06	0.91	0.47	1.20	0.03	0.22
10-Nov-06	0.35	0.52	0.53	0.04	0.18
13-Nov-06	0.21	0.61	0.63	0.05	0.23
14-Nov-06	0.30	0.74	0.74	0.05	0.26
15-Nov-06	0.34	0.53	0.57	0.05	0.17
16-Nov-06	0.21	0.83	0.77	0.06	0.27
18-Nov-06	0.16	0.60	0.60	0.07	0.27
20-Nov-06	0.20	0.64	0.60	0.06	0.28
21-Nov-06	0.22	0.63	0.48	0.05	0.19
22-Nov-06	0.15	0.67	0.30	0.04	0.19
23-Nov-06	0.31	0.65	0.51	0.03	0.17
24-Nov-06	0.13	1.33	0.40	0.05	0.21
27-Nov-06	0.43	1.14	0.90	0.07	0.26
28-Nov-06	0.06	0.57	0.45	0.06	0.24
29-Nov-06	0.27	0.59	0.50	0.05	0.21
% ÍNDICE	0.32	0.61	0.59	0.05	0.21

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Gráfico de desperdicio del mes de noviembre '06



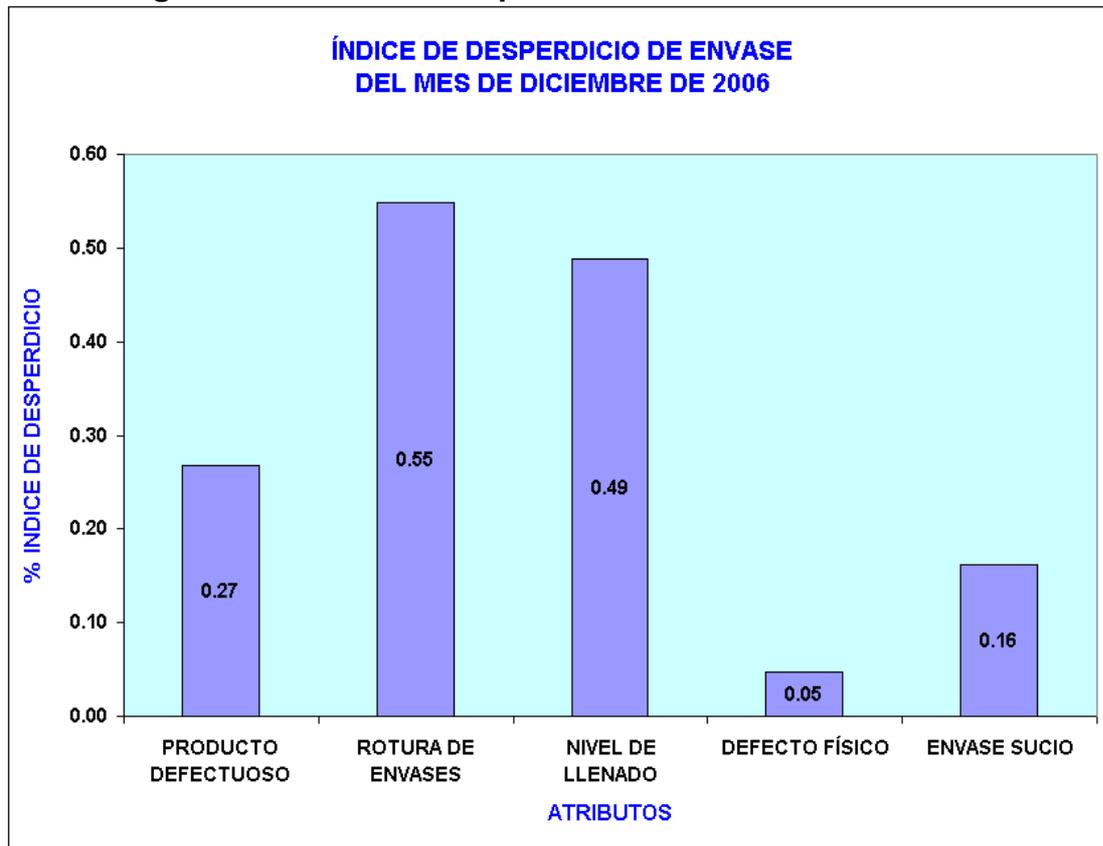
Fuente: Elaboración propia

Tabla IX. Tabla de recolección de datos del mes de diciembre '06

DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
04-Dic-06	0.32	0.42	0.46	0.04	0.10
05-Dic-06	0.17	0.50	0.39	0.04	0.12
08-Dic-06	0.39	0.58	0.63	0.05	0.22
12-Dic-06	0.23	0.58	0.44	0.04	0.18
13-Dic-06	0.15	0.49	0.32	0.04	0.12
14-Dic-06	0.44	0.47	0.70	0.04	0.23
15-Dic-06	0.41	0.62	0.64	0.05	0.17
18-Dic-06	0.26	0.56	0.46	0.05	0.15
19-Dic-06	0.29	0.59	0.52	0.05	0.18
22-Dic-06	0.26	0.60	0.48	0.05	0.16
27-Dic-06	0.05	0.90	0.33	0.06	0.22
28-Dic-06	0.23	0.57	0.47	0.05	0.15
29-Dic-06	0.10	0.57	0.62	0.05	0.23
% ÍNDICE	0.27	0.55	0.49	0.05	0.16

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Gráfico de desperdicio del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Cálculo de la eficiencia de producción

El cálculo de la eficiencia de producción, se puede obtener de la operación siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \text{Tiempo efectivo} / \text{Tiempo programado}$$

Donde:

Tiempo efectivo = tiempo de operación sin paro mecánico alguno

Tiempo programado = tiempo estimado de producción

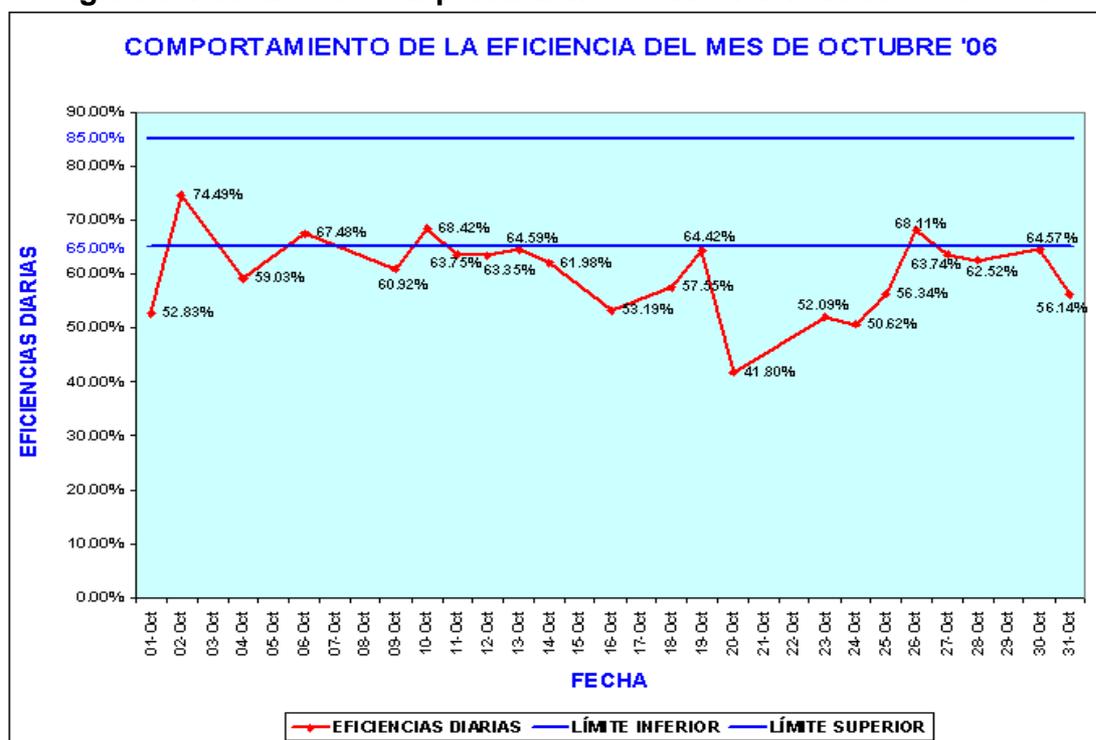
La recolección de datos se obtuvo del reporte de producción de los meses de octubre a diciembre de 2006. A continuación se presentan los registros del cálculo de eficiencia.

Tabla X. Cálculo de eficiencia del mes de octubre '06

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN				
FECHA	PRODUCCIÓN	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
01-Oct-06	6,811.06	261.49	495.00	52.83%
02-Oct-06	1,422.09	525.12	705.00	74.49%
04-Oct-06	8,873.16	327.64	555.00	59.03%
06-Oct-06	12,062.07	445.38	660.00	67.48%
09-Oct-06	11,631.19	429.48	705.00	60.92%
10-Oct-06	4,824.14	205.25	300.00	68.42%
11-Oct-06	925.19	38.25	60.00	63.75%
12-Oct-06	5,713.13	275.58	435.00	63.35%
13-Oct-06	7,084.09	261.58	405.00	64.59%
14-Oct-06	6,594.09	235.52	380.00	61.98%
16-Oct-06	6,266.02	231.36	435.00	53.19%
18-Oct-06	8,183.13	302.14	525.00	57.55%
19-Oct-06	6,543.00	241.59	375.00	64.42%
20-Oct-06	2,317.23	257.08	615.00	41.80%
23-Oct-06	7,731.17	302.12	580.00	52.09%
24-Oct-06	3,910.20	144.28	285.00	50.62%
25-Oct-06	5,389.14	245.08	435.00	56.34%
26-Oct-06	4,112.17	275.85	405.00	68.11%
27-Oct-06	8,928.00	458.96	720.00	63.74%
28-Oct-06	7,798.00	450.16	720.00	62.52%
30-Oct-06	12,591.12	464.92	720.00	64.57%
31-Oct-06	2,253.00	185.25	330.00	56.14%
TOTALES		6,564.08	10,845.00	60.53%

Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de octubre '06



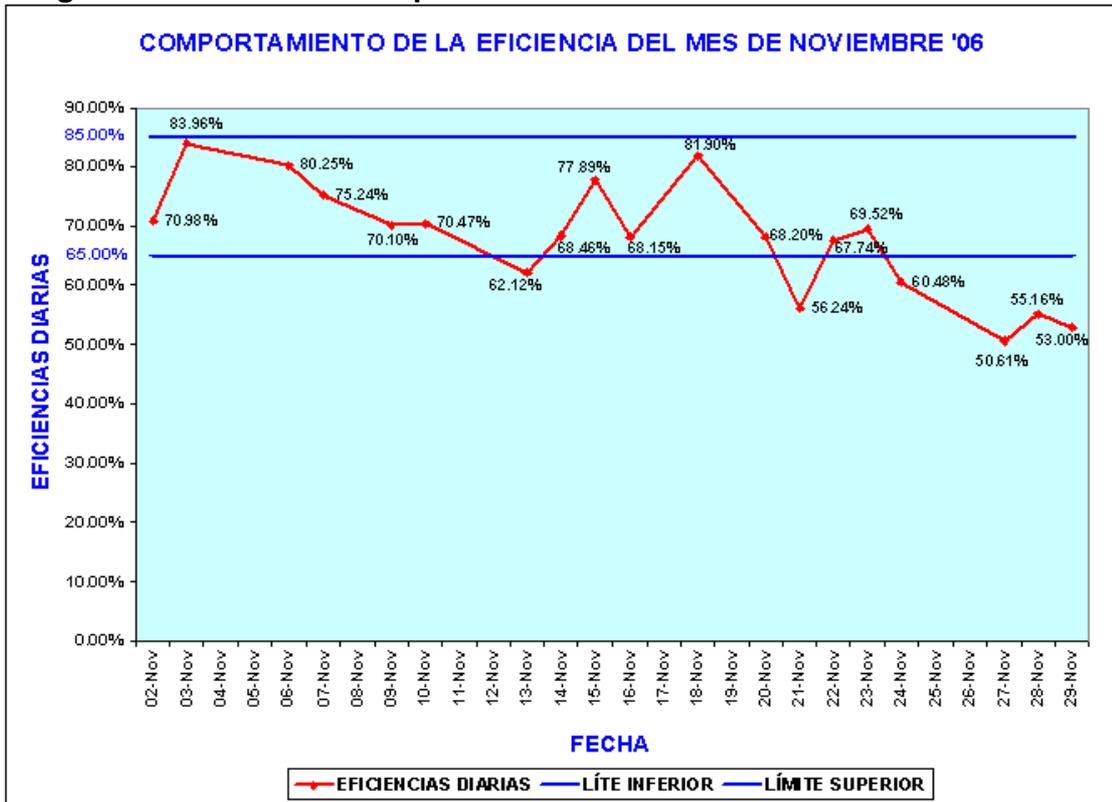
Fuente: Elaboración propia

Tabla XI. Cálculo de eficiencia del mes de noviembre '06

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN				
FECHA	PRODUCCIÓN	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
02-Nov-06	8,827.08	415.25	585.00	70.98%
03-Nov-06	11,461.20	516.36	615.00	83.96%
06-Nov-06	7,210.02	385.21	480.00	80.25%
07-Nov-06	14,086.18	665.85	885.00	75.24%
09-Nov-06	6,758.00	410.10	585.00	70.10%
10-Nov-06	11,436.14	412.27	585.00	70.47%
13-Nov-06	4,793.13	195.69	315.00	62.12%
14-Nov-06	4,621.13	215.65	315.00	68.46%
15-Nov-06	8,862.12	354.42	455.00	77.89%
16-Nov-06	3,397.03	102.23	150.00	68.15%
18-Nov-06	4,496.06	196.56	240.00	81.90%
20-Nov-06	5,022.00	358.05	525.00	68.20%
21-Nov-06	7,776.00	295.25	525.00	56.24%
22-Nov-06	2,727.00	142.25	210.00	67.74%
23-Nov-06	9,969.14	615.23	885.00	69.52%
24-Nov-06	3,771.00	154.22	255.00	60.48%
27-Nov-06	4,213.05	275.80	545.00	50.61%
28-Nov-06	5,154.05	190.31	345.00	55.16%
29-Nov-06	8,612.10	318.00	600.00	53.00%
TOTALES		6,218.70	9,100.00	68.34%

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de noviembre '06



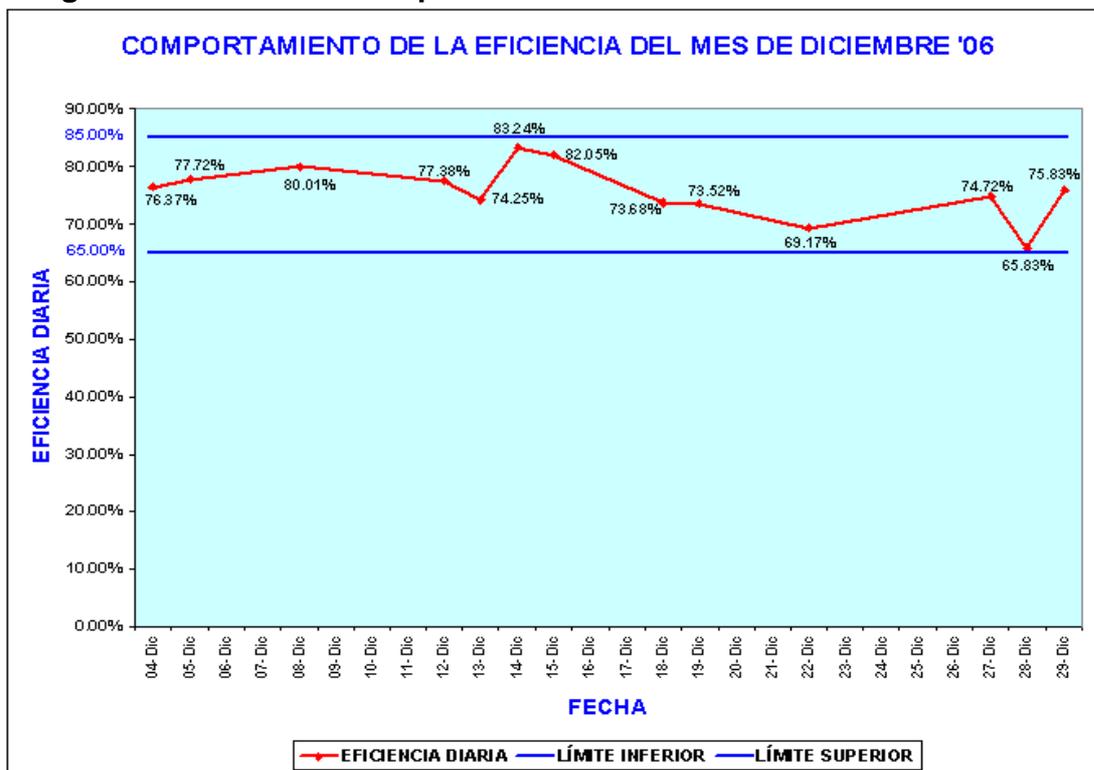
Fuente: Elaboración propia

Tabla XII. Cálculo de eficiencia del mes de diciembre '06

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN				
FECHA	PRODUCCIÓN	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
04-Dic-06	13,601.09	710.23	930.00	76.37%
05-Dic-06	9,378.03	664.53	855.00	77.72%
08-Dic-06	8,468.03	468.05	585.00	80.01%
12-Dic-06	9,908.12	452.69	585.00	77.38%
13-Dic-06	12,065.10	445.49	600.00	74.25%
14-Dic-06	7,757.11	478.64	575.00	83.24%
15-Dic-06	8,753.22	492.32	600.00	82.05%
18-Dic-06	9,335.00	442.10	600.00	73.68%
19-Dic-06	8,657.00	349.24	475.00	73.52%
22-Dic-06	9,237.20	425.42	615.00	69.17%
27-Dic-06	3,675.06	145.70	195.00	74.72%
28-Dic-06	8,283.18	325.86	495.00	65.83%
29-Dic-06	3,902.00	144.07	190.00	75.83%
TOTALES		5,544.34	7,300.00	75.95%

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia es el rubro más importante dentro de las operaciones de producción de ABASA, lo que indica que si ésta se encuentra por debajo del límite inferior (65%), implica producir con altos costos de fabricación, derivados del desperdicio de envase retornable, paros mecánicos prolongados, etc. que puedan perjudicar la calidad del producto terminado.

- **Análisis comparativo: eficiencia – desperdicio de envase**

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la eficiencia e % índice de desperdicio de envase retornable, correspondientes a los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

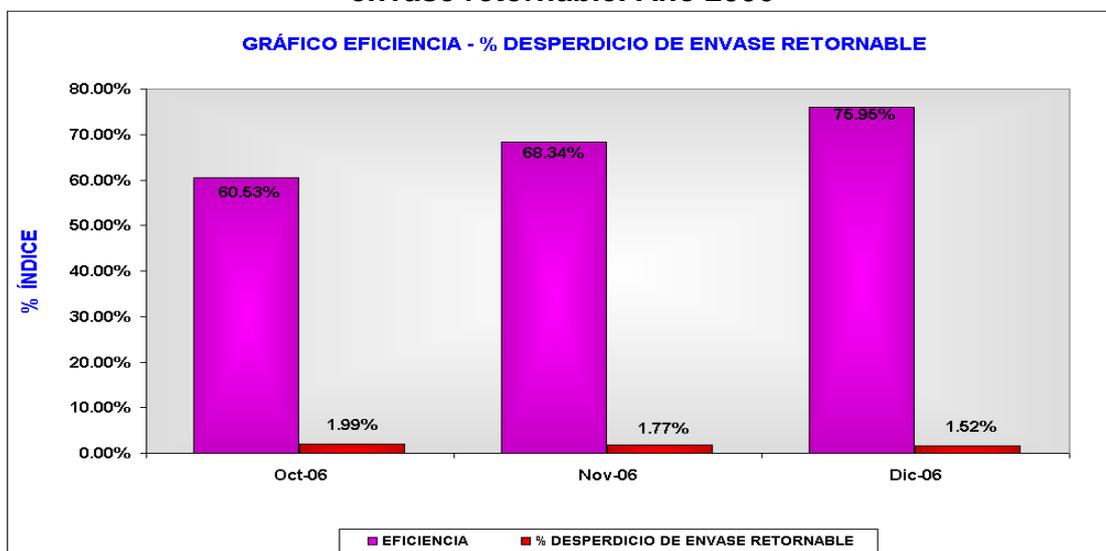
Tabla XIII. Resultados eficiencia – desperdicio de envase retornable. Año 2006

EFICIENCIA - % DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE			
MES	EFICIENCIA	DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE	% DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE
Oct-06	60.53%	3,079.21	1.99%
Nov-06	68.34%	2,364.08	1.77%
Dic-06	75.95%	1,718.17	1.52%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la primera eficiencia que se analizó fue la del mes de octubre (60.53%) con 1.99% de desperdicio de envase, seguidamente la del mes de noviembre (68.34%) con 1.77% y por último la de diciembre (75.95%) con 1.52% de desperdicio. Este comportamiento, puede visualizarse mejor en el siguiente gráfico.

Figura 39. Gráfico de comportamiento de la eficiencia – desperdicio de envase retornable. Año 2006



Fuente: Elaboración propia

Esto lleva al siguiente análisis: que si la eficiencia va en aumento, el % índice de desperdicio de envase retornable disminuye considerablemente. Por lo que incrementar la eficiencia sería una de las acciones de mejora a implementar en este proyecto.

Nota: el % índice de desperdicio, se obtuvo de dividir la cantidad de cajas de desperdicio de envase retornable entre la producción total del mes. Estos cálculos por requerimientos de la empresa no se pueden publicar.

3.5.4. Identificación de causas asignables y problemas que provocan incumplimientos de metas de producción

El desperdicio de envase retornable, representa un 2% de los problemas que provocan que no se cumplan con las metas de producción. Este índice se obtuvo mediante el siguiente cálculo:

% índice de desperdicio (octubre '06):	1.99
% índice de desperdicio (noviembre '06):	1.77
% índice de desperdicio (diciembre '06):	1.52
Sumatoria de índices	5.28

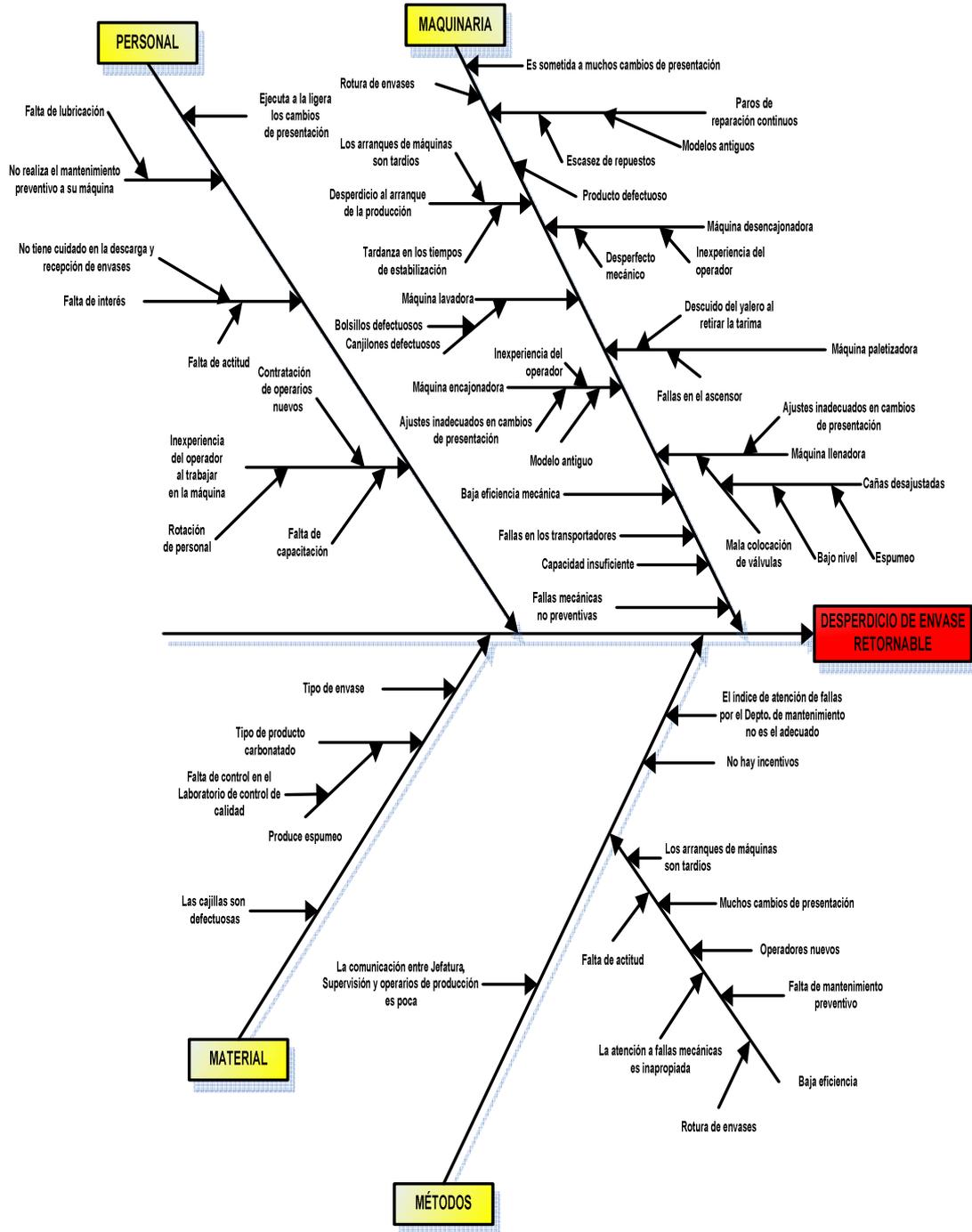
$$\text{\% índice de desperdicio (promedio)} = 5.28 / 3$$

$$\boxed{\text{\% índice de desperdicio (promedio)} = 1.76 \approx 2}$$

Aunque este dato pareciera menor, representa un alto costo para la empresa, ya que el desperdicio que se genera, se da tanto en envase vacío como en producto terminado.

A continuación se presenta un diagrama causa – efecto, el cual muestra las causas asignables al problema de desperdicio de envase retornable.

Figura 40. Diagrama Causa-Efecto del problema de desperdicio en envase retornable



Fuente: Elaboración propia

3.6. Personal

El personal que se va a analizar, es el operativo del departamento de producción.

3.6.1. Cantidad de personal operativo en el departamento de producción

La cantidad del personal operativo del departamento de producción es de 58 personas.

Este total, está integrado por el personal que labora en las tres líneas de producción, al personal de sala de jarabes, Bag in Box (línea de producción de jarabe terminado) y Bolsipura (línea de producción de bolsitas de agua pura) que existen en ABASA.

Para el presente proyecto, se analizan los puestos de trabajo para la línea 1, equivalente a la línea de producción de envase retornable, en la cual el número de personal asciende a 36, divididos en dos grupos de 5 operadores de equipos y 13 auxiliares rotativos.

Los puestos de trabajo son los siguientes:

- Auxiliar rotativo.
- Operador de desempacadora.
- Operador de lavadora.
- Operador de llenadora.
- Operador de empacadora.
- Operador de paletizadora.

3.6.2. Análisis del puesto y lugar de trabajo

a) **Auxiliar rotativo:** El auxiliar rotativo, como su nombre lo indica, es aquel operario que no tiene un puesto fijo, sino al contrario tiene rotación con los demás operarios de su género.

Por lo general, esta persona tarda un periodo de 15 a 20 minutos en una estación de trabajo, luego de ese tiempo lo relevan y él pasa a formar parte de otra y así sucesivamente.

Las estaciones de trabajo de un auxiliar rotativo son:

- Abastecimiento de envases.
- El ordenamiento de cajillas.
- Ordenamiento de envases a la entrada de la lavadora.
- Inspección de envases limpios.
- Inspección de lámpara de lleno.
- Inspección previa al paletizado.
- Colocación de tapa en el coronador.
- Retirar el producto defectuoso que se encuentra en las inspecciones de envases.

Las estaciones de trabajo para un auxiliar rotativo se dividen en dos en cada jornada de producción, lo cual indica que ciertas estaciones no serán cubiertas por dicha persona sino por otra.

Lo anterior indica que se tendrán dos clases de auxiliares rotativos, un primer grupo cubrirá lo que es el abastecimiento de envases, el ordenamiento de cajillas, la inspección de envases limpios y la colocación de tapa en el coronador.

Mientras el segundo grupo cubrirá las secciones de inspección en las lámparas de lleno, inspección previa al paletizado, ordenamiento de envases a la entrada de la lavadora y el retiro del producto defectuoso que se encuentra en las inspecciones de envases.

- b) Operador de desempacadora:** Esta persona se encarga de operar a la máquina desempacadora, debiendo verificar que los envases que son desempacados de las cajillas por la máquina, los coloque adecuadamente en los transportadores que se dirigen al área de entrada a la lavadora.

- c) Operador de lavadora:** Esta persona se encarga de operar a la lavadora. Como se ha indicado anteriormente la lavadora tiene dos partes en las cuales se divide: entrada y salida. En el caso de la entrada de la lavadora, son los auxiliares rotativos los que manejan el equipo, previa supervisión del operador de lavadora. En la salida de lavadora, es el operador quien comanda las funciones de la máquina, siendo entre ellas las siguientes: darle la velocidad de golpes que la máquina aplicará en la limpieza de los envases, aplicar la lubricación y engrase, cambio de chorros, canjilones y bolsillos y otros ajustes diarios, ya que esta máquina es la que provoca el mayor desperdicio de envase.

- d) Operador de llenadora:** Esta persona se encarga de operar a la llenadora. Diariamente se encarga de realizar los ajustes respectivos a las cañas y válvulas por donde pasa el jarabe terminado hacia el envasado. Con la ayuda de otros operarios se encarga de realizar los cambios de estrellas para llenar otras presentaciones (Coca cola 12 onzas, medio litro, litro, etc.).

También realiza otras actividades como ajustes en las válvulas y coronador de tapa, revisión de los cilindros y roscas de llenado.

- e) **Operador de empacadora:** Es el encargado de operar a la máquina empacadora. Constantemente debe estar haciéndole ajustes, por lo que se requiere que el operario esté en constante movimiento, ya que debe atender dos secciones de la máquina (lado derecho e izquierdo). Debe realizar varios ajustes al equipo como revisar los empujadores de cajilla, las fotoceldas, los elevadores, las excéntricas de frenos y los rodillos de salida de cajilla.

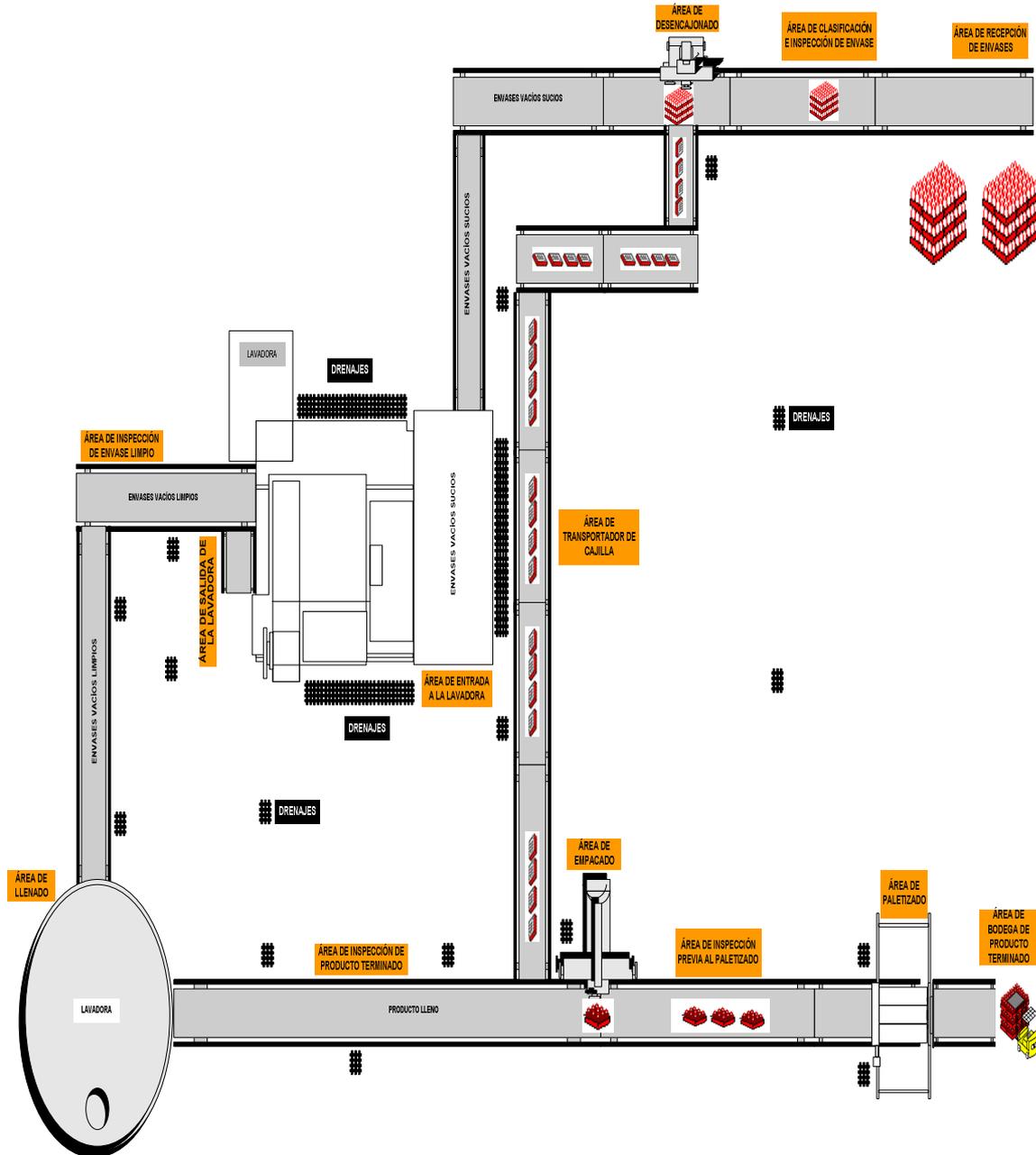
- f) **Operador de paletizadora:** Es el encargado de operar a la máquina paletizadora. Entre las funciones de este operario radica en estar pendiente que la máquina paletice (entarime) adecuadamente. Una vez que la máquina paletiza, saca la tarima, entonces el operario sujeta la tarima a través del transportador hasta que llega a un tope, seguidamente le coloca la identificación correspondiente al lote de producción y queda lista para que los montacargas se la lleven a la bodega de producto terminado.

3.7. Manejo del agua residual en el área de manufactura

En esta sección, se presenta un bosquejo del área de manufactura que se va a analizar con su respectiva situación actual. Mediante este análisis, se pretende conocer el procedimiento actual de manejo sobre aguas residuales que realiza la empresa ABASA y verificar si cumple con la regulación local y con los requerimientos de la compañía Coca Cola en cuanto al manejo de las mismas.

3.7.1. Bosquejo del área

Figura 41. Plano del área de manufactura



Fuente: Elaboración propia

El área de manufactura, será aquella donde se proceda a realizar un análisis sobre el manejo del agua residual generada del proceso de producción.

Como se pudo apreciar en el plano anterior, la planta cuenta con aproximadamente 18 drenajes para contrarrestar el agua residual, sin embargo se busca un método eficaz que permita un tratamiento adecuado desde su neutralización hasta su absorción. A continuación se presenta una serie de fotos, que indican la posición de los drenajes en la línea de producción:

Figura 42. Posición de los drenajes



Fuente: Investigación de campo

Figura 43. Posición de los drenajes de la lavadora

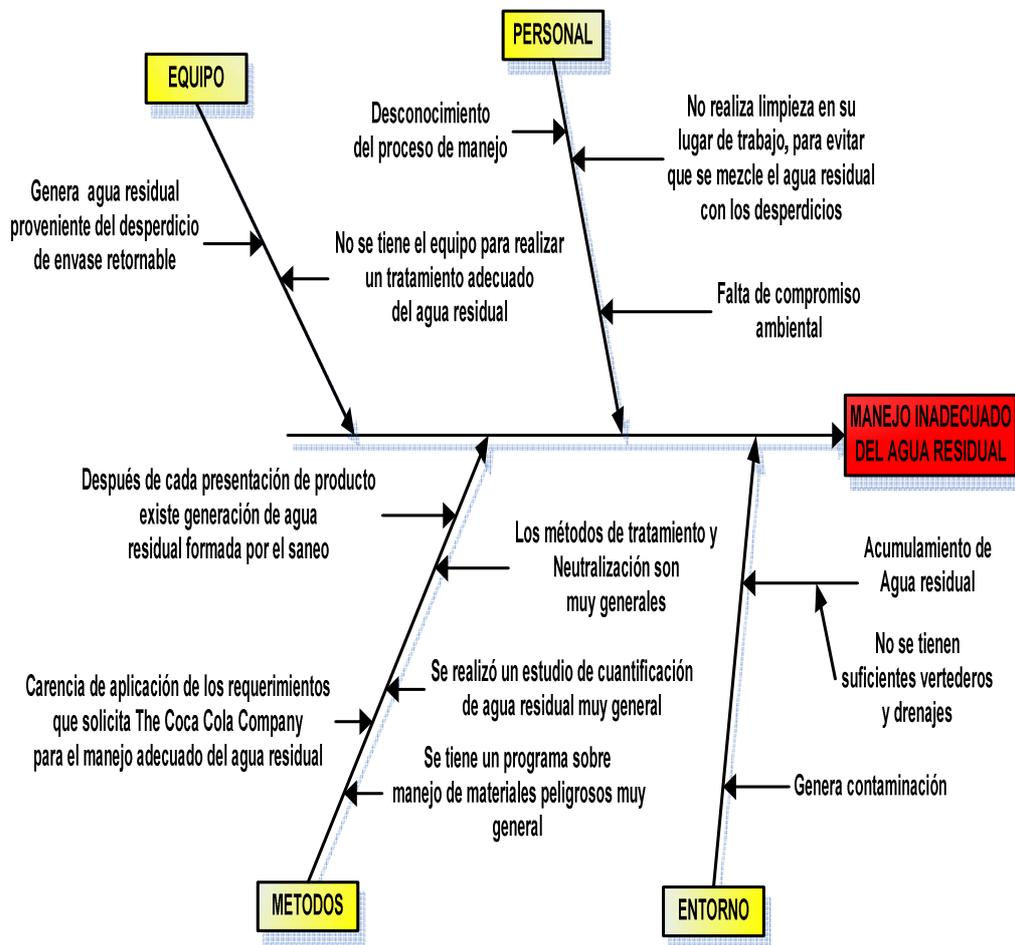


Fuente: Investigación de campo

3.7.2. Análisis de la situación actual

La situación actual de la empresa ABASA, sobre el manejo inadecuado del agua residual, se puede mostrar en el diagrama de causa-efecto.

Figura 44. Diagrama Causa-Efecto del problema del manejo inadecuado del agua residual



Fuente: Elaboración propia

4. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTA Y MEJORA

4.1. Minimizar el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción

Como el nombre del presente proyecto lo indica, se trata de buscar las soluciones que minimicen el desperdicio de envase retornable en las producciones de Coca Cola 354 ml (12 onzas) de la empresa ABASA.

Pero para buscar dichas soluciones, fue necesario hacer propuestas de mejora en el área de producción, abarcando máquinas, operarios, materia prima y elaboración de producto terminado.

A continuación se indican las principales actividades que se llevaron a cabo, para solucionar los problemas encontrados que provocaban el desperdicio envase retornable en el área de producción.

4.1.1. Identificación de puntos de control generadores de desperdicio

El procedimiento para identificar un punto de control es el siguiente:

- a. Realizar el flujograma y diagrama de recorrido del proceso para identificar las áreas y flujos de trabajo para la preparación del producto terminado (ver sección 3.4.1. y 3.4.2.).
- b. Describir y analizar las áreas de trabajo (ver sección 3.3.).

- c. Calcular el desperdicio (producto defectuoso, rotura de envase, nivel de llenado, defecto físico y envase sucio) que generan las áreas de trabajo, originado de su funcionamiento. La cuantificación del desperdicio se realiza con criterios y procedimiento de recolección de datos de la sección 3.5.2.
- d. Relación áreas de trabajo – desperdicio de envase retornable.
Según las áreas de trabajo (descritas y analizadas en la sección 3.3.), su relación con el desperdicio de envase retornable es el siguiente:

Tabla XIV. Relación áreas de trabajo – desperdicio de envase retornable

#	Área de trabajo	Desperdicio de envase retornable
a	Recepción de envases	No genera desperdicio
b	Clasificación en inspección de envase	No genera desperdicio
c	Desencajonado	Rotura de envase
d	Transportador de cajillas	No genera desperdicio
e	Entrada a lavadora	No genera desperdicio
f	Salida de lavadora	Rotura de envase, envase sucio y defectos físicos
g	Inspección de envase limpio (lámparas de vacío)	No genera desperdicio
h	Llenado	Rotura de envase, producto defectuoso y nivel de llenado
i	Inspección de producto terminado (lámpara de lleno)	No genera desperdicio
j	Empacado	Rotura de envase
k	Inspección previa al paletizado	No genera desperdicio
l	Paletizado	Rotura de envase
m	Bodega de producto terminado	No genera desperdicio

Fuente: Elaboración propia

e. Identificación de los puntos de control.

Se designa como punto de control, a toda área de trabajo que por su funcionamiento genera desperdicio. Entonces las áreas de trabajo designadas como puntos de control generadores de desperdicio de envase retornable, según la relación del inciso anterior, fueron las siguientes:

- **Punto de control (1): Área de desencajonado**

Se designó al área de desencajonado como punto de control, ya que el desperdicio que genera de su operación, es a través de la rotura de envase retornable (ver sección 3.3. inciso c).

- **Punto de control (2): Área de salida de lavadora**

Se designó al área de salida de lavadora como punto de control, ya que el desperdicio que genera de su operación, es a través de la rotura, suciedad y defectos físicos en el envase retornable (ver sección 3.3. inciso f).

- **Punto de control (3): Área de Llenado**

Se designó al área de llenado como punto de control, ya que el desperdicio que genera de su operación, es a través de la rotura de envase, producto defectuoso y nivel de llenado (ver sección 3.3. inciso h).

- **Punto de control (4): Área de empacado**

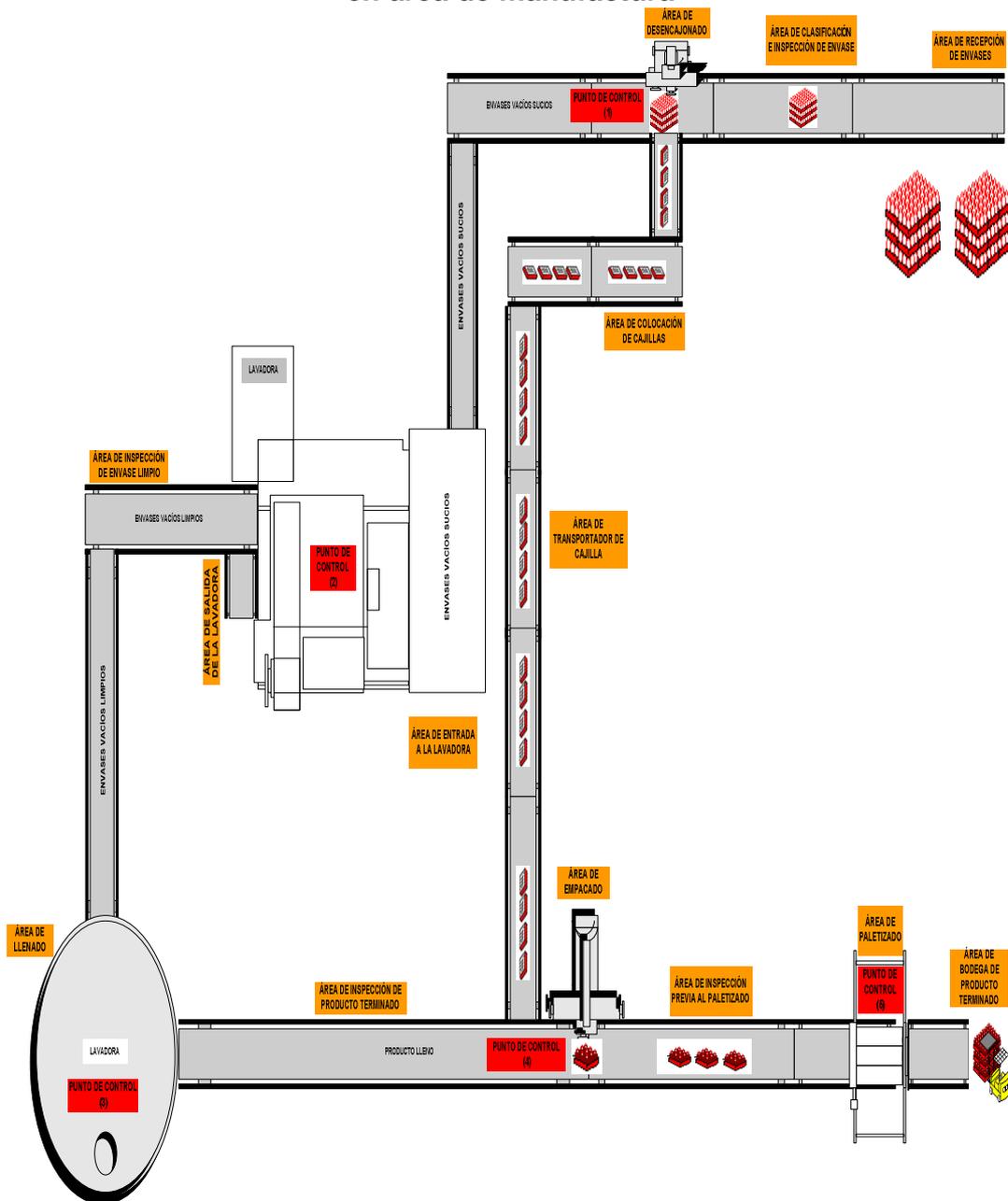
Se designó al área de empacado como punto de control, ya que el desperdicio que genera de su operación, es a través de la rotura de envase retornable (ver sección 3.3. inciso j).

- **Punto de control (5): Área de paletizado**

Se designó al área de paletizado como punto de control, ya que el desperdicio que genera de su operación, es a través de la rotura de envase retornable (ver sección 3.3. inciso l).

La representación gráfica en el área de manufactura de los puntos de control, se presenta a continuación:

Figura 45. Identificación de puntos de control generadores de desperdicio en área de manufactura



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Implementación del control estadístico del proceso

El desperdicio de envase retornable en el área de proceso o manufactura de ABASA, es un problema que se debe corregir, que además de provocar el incremento de los costos de fabricación, también ocasiona la pérdida de producto terminado lo cual repercute en el rendimiento de jarabe. Ante esa situación, es conveniente implementar el control estadístico del proceso a través de los gráficos de control, para identificar las causas de variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva que solucione dicho problema.

Al elaborar los gráficos de control, permitirá conocer si el proceso de producción está bajo control, en lo referente al desperdicio de envase retornable. En caso que no lo esté, entonces se deben considerar todas aquellas acciones necesarias para atacar a las causas raíces que provocan la no conformidad. La implementación del control estadístico del proceso, se aplicará sobre las áreas identificadas como puntos de control, en los cuales se generan desperdicios de envase.

4.1.3. Definición de atributos

Un atributo es la cualidad o propiedad de un artículo o producto. Para ABASA, un atributo es esencial dentro de su proceso de producción, ya que es necesario el constante monitoreo del mismo. Antes de la implantación del control estadístico del proceso, es necesario definir aquellos atributos que deben ser sujetos a inspección visual para su respectivo conteo. El respectivo conteo de los atributos, se realizará en las áreas de punto de control señaladas anteriormente.

Según las necesidades de ABASA, los atributos que desea que sean monitoreados son:

- a) Envase sucio.
- b) Nivel de llenado.
- c) Producto defectuoso.
- d) Defectos físicos.
- e) Rotura de envases.

a) Envase sucio

Este atributo es aquel que concierne a la suciedad propia del envase retornable. Un envase se considera sucio, cuando:

- Contiene basura en su interior.
- Tiene rasgos de moho u hongos.
- Tiene adherido sustancias como cemento, aceites y grasas.

La evaluación del envase se realizará en la salida de la lavadora, lo cual significa que el envase está vacío. Este envase no está perdido ya que es recuperable, pero genera nuevos costos de lavado.

No se va a tomar en cuenta aquel envase que viene sucio del mercado, ya que ese desperdicio es ocasionado por parte del consumidor y es retirado antes de ingresar a la lavadora.

Figura 46. Envase sucio que contiene basura



Fuente: Investigación de campo

Figura 47. Envase sucio que contiene moho



Fuente: Investigación de campo

b) Nivel de llenado

Es el atributo que se detecta por la altura de llenado del producto terminado que se envasa. El nivel de llenado puede ser observado fácilmente mediante el método pasa no pasa. Para el presente proyecto, se analiza el producto Coca Cola 12 onzas (354 ml), lo que significa que todo producto que sea llenado a una altura menor a dichos parámetros, se considerará que es de bajo nivel, por ende el producto no puede ser considerado como terminado y debe ser retirado para ser destruido, ocasionándose el desperdicio respectivo.

Hay situaciones, en que el nivel de llenado, puede darse en forma inversa, es decir que se llene por encima de los parámetros (354 ml), lo cual no puede considerarse como pérdida de producto y envase, sino que al contrario resulta de beneficio para el consumidor más no así para el rendimiento de jarabe terminado.

Figura 48. Bajo nivel de llenado



Fuente: Investigación de campo

c) Producto defectuoso

Es el atributo que se detecta en la presentación de Coca Cola 12 onzas, por medio de los siguientes parámetros:

- Falta de tapa en la botella.
- Falta de código de vencimiento (recuperable).
- Presencia de partículas extrañas.
- Defectos en la impresión de la marca.
- Defectos físicos en el envase conteniendo producto terminado.
- Suciedad en el envase conteniendo producto terminado, etc.

Todos estos datos que se calculan durante la producción, son en forma global.

Figura 49. Producto defectuoso por falta de tapa



Fuente: Investigación de campo

d) Defectos físicos

Son aquellos que van a estar contenidos después del lavado. Los defectos físicos que se analizan en este proyecto son los siguientes:

- Fisuras.
- Abolladura.
- Cortes.
- Envases deformes, etc.

Si bien estos atributos son pequeños, producen una mala apariencia en el producto final y ocasionan que se tenga que desperdiciar el envase.

Figura 50. Defecto físico (Corte)



Fuente: Investigación de campo

Figura 51. Defecto físico (Abolladura)



Fuente: Investigación de campo

e) Rotura de envases

El atributo principal es la rotura, misma que se genera durante el proceso de producción, a través de cada una de las máquinas que operan.

La rotura de envases puede darse en 2 tipos:

1. Cuando el envase está en proceso de pre-inspección y lavado, lo cual significa que el envase aún no contiene producto terminado. Esto ocurre en la desencajadora o desempacadora y lavadora.

2. Cuando el envase contiene producto terminado. Esto ocurre en la llenadora, encajonadora o empacadora y paletizadora.

Lo que significa, que los envases se movilizan por medio de los equipos, quienes generan las roturas provenientes de su operación. Generalmente las causas que provocan las roturas del envase retornable, es por fallas en los equipos, por inexperiencia de los operarios en el manejo y mantenimiento a sus equipos, la calidad y tipo de envase.

4.1.4. Elaboración de hojas y/o formatos para recolección de datos

a) Envase sucio

A continuación se presenta el formato propuesto para cuantificar el envase sucio.

Tabla XV. Formato de recolección de datos sobre envase sucio

HOJA DE VERIFICACIÓN		
Presentación: _____	Fecha: _____	
Etapas de manufactura: <u>Salida de lavadora</u>	Área: <u>Producción</u>	
Tipo de defecto: <u>Envase Sucio</u>	Nombre Analista: _____	
Número total de artículos inspeccionados: _____		
Tipo	Verificación	Subtotal
Contiene basura en su interior		
Presencia de moho u Hongos		
Presencia de cemento, aceite y grasas		
Otros:		
Total general		

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento de llenado del formato**

- ▶ Presentación: Se debe anotar la presentación del producto que se está produciendo (Coca Cola 12 onzas).
- ▶ Fecha: Se debe anotar la fecha de producción.
- ▶ Etapa de manufactura: Se debe anotar el equipo que genera el desperdicio por envase sucio (Salida de lavadora).
- ▶ Área: Se debe anotar el área de producción.
- ▶ Tipo de defecto: Se debe anotar envase sucio.
- ▶ Nombre analista: Se debe colocar el nombre del operario que realiza la recolección de datos en la lámpara de vacío.
- ▶ Numero total de artículos inspeccionados: Se debe colocar la cantidad total de producto terminado (total de producción).
- ▶ Tipo: Se debe seleccionar que tipo de suciedad tiene el envase.
- ▶ Verificación: Se debe anotar el conteo preliminar.
- ▶ Subtotal: Se debe anotar el total por tipo de suciedad.
- ▶ Total general: Se debe colocar la sumatoria de subtotales correspondientes a los tipos de suciedad de envase.

El total general, es el dato a utilizar para elaborar los gráficos de control y el área de trabajo donde se realiza la captura de datos, es en las lámparas de vacío.

b) Nivel de llenado

Para recabar la información para el nivel de llenado, la ubicación fue en la lámpara de lleno. En ese punto la toma de datos se analizó por inspección visual. Toda botella por debajo del nivel de especificación es retirada de la producción, colocada en cajilla y contabiliza para su apunte en el formato respectivo.

c) Producto defectuoso

La captura de información de este parámetro, se hizo exactamente igual a la anterior, es decir en la lámpara de lleno. Todo producto que se considera como defectuoso, es retirado de la producción y separado en cajillas, para facilitar la contabilización y apunte en el formato respectivo.

d) Defectos físicos

La captura de datos se realizó en las lámparas de vacío, observando los defectos o deformes físicos que pueda presentar el envase limpio una vez salido de la lavadora.

El envase con defectos físicos es retirado de la producción y separado en cajillas, para facilitar la contabilización y apunte en el formato respectivo.

- Observación

Para facilitar la recolección de datos, se utilizó un mismo formato para contabilizar los atributos de nivel de llenado, producto defectuoso y defectos físicos, ya que los datos recolectados se anotan en forma global, es decir sin hacer clasificaciones como sucede con el envase sucio.

El formato creado fue el siguiente:

Tabla XVI. Formato de recolección de datos sobre bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico

HOJA DE VERIFICACIÓN		
Presentación: _____	Fecha: _____	
Etapas de manufactura: <u>Lavado y Llenado</u>	Área: <u>Producción</u>	
Tipo de defecto: <u>Bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico</u>	Nombre Analista: _____	
Número total de artículos inspeccionados: _____		
Tipo	Verificación	Totales
Bajo Nivel		
Producto Defectuoso		
Defectos Físicos		

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento de llenado del formato**

- ▶ **Presentación:** Se debe anotar la presentación del producto que se está produciendo (Coca Cola 12 onzas).
- ▶ **Fecha:** Se debe anotar la fecha de producción.
- ▶ **Etapas de manufactura:** Se debe anotar el equipo que genera el desperdicio por bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico (Salida de lavadora y llenado).
- ▶ **Área:** Se debe anotar el área de producción.
- ▶ **Tipo de defecto:** Se debe anotar bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico.
- ▶ **Nombre analista:** Se debe colocar el nombre del operario que realiza la recolección de datos en la lámpara de vacío y de lleno.
- ▶ **Numero total de artículos inspeccionados:** Se debe colocar la cantidad total de producto terminado (total de producción).

- ▶ Tipo: Se debe seleccionar que tipo de atributo (desperdicio) se van a recolectar datos.
- ▶ Verificación: Se debe anotar el conteo preliminar.
- ▶ Totales: Se debe anotar el total por tipo de desperdicio.

e) Rotura de envases

La captura de datos se realizó en la operación de los equipos, ya que los mismos generan desperdicios de envases provenientes de roturas. Para la recolección de datos por este rubro, se utilizaron dos formatos. El primero fue utilizado en cada uno de los equipos (desencajonadora, lavadora, llenadora, encajonadora y paletizadora), mientras que el segundo, recopila la información del primero en forma total (de los cinco formatos correspondientes a los equipos). A continuación se presentan ambos formatos:

Tabla XVII. Formato de recolección de datos sobre rotura de envases

HOJA DE VERIFICACIÓN		
Presentación: _____	Fecha: _____	
Equipo: _____	Área: _____	Producción
Tipo de defecto: <u>Rotura de envases</u>	Nombre Operador: _____	
Número total de artículos inspeccionados: _____		
Tipo	Verificación	Total
Rotura de envases		

Fuente: Elaboración propia

• Procedimiento de llenado del formato

- ▶ Presentación: Se debe anotar la presentación del producto que se está produciendo (Coca Cola 12 onzas).

- ▶ Fecha: Se debe anotar la fecha de producción.
- ▶ Equipo: Se debe colocar el nombre del equipo (desencajadora, lavadora, llenadora, empacadora y paletizadora).
- ▶ Área: Se debe anotar el área de producción.
- ▶ Tipo de defecto: Se debe anotar rotura de envases.
- ▶ Nombre operador: Se debe colocar el nombre del operador del equipo que realiza la recolección de datos.
- ▶ Numero total de artículos inspeccionados: Se debe colocar la cantidad total de producto terminado (total de producción).
- ▶ Verificación: Se debe anotar el conteo preliminar.
- ▶ Totales: Se debe anotar el total de rotura de envase del equipo.

Tabla XVIII. Formato de recolección de datos sobre rotura de envase en forma global

HOJA DE VERIFICACIÓN		
Presentación: _____	Fecha: _____	
Equipo: _____	Área: _____	Producción
Tipo de defecto: <u>Rotura de envases</u>	Nombre Analista: _____	
Número total de artículos inspeccionados: _____		
Tipo	Equipos	Subtotal
Rotura de envases	Desencajadora	
	Lavadora	
	Llenadora	
	Empacadora	
	Paletizadora	
Total general		

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento de llenado del formato**

- ▶ **Presentación:** Se debe anotar la presentación del producto que se está produciendo (Coca Cola 12 onzas).
- ▶ **Fecha:** Se debe anotar la fecha de producción.
- ▶ **Equipo:** Se debe colocar "Todos los equipos de línea 1".
- ▶ **Área:** Se debe anotar el área de producción.
- ▶ **Tipo de defecto:** Se debe anotar rotura de envases.
- ▶ **Nombre analista:** Se debe colocar el nombre del supervisor de producción que realiza la recolección de datos.
- ▶ **Numero total de artículos inspeccionados:** Se debe colocar la cantidad total de producto terminado (total de producción).
- ▶ **Subtotales:** Se debe anotar el total de rotura de envase por equipo (dato obtenido del formato individual por equipo).
- ▶ **Total general:** Se debe colocar la sumatoria de los subtotales correspondientes a los equipos en forma individual.

4.1.5. Definición de métodos para recolectar datos

A continuación se proponen procedimientos de recolección de datos a través de métodos, utilizando los formatos de la sección anterior.

a) Envase sucio

- **Procedimiento: Método propuesto de recolección de datos**

- ▶ Capacitar al operario sobre la clasificación de atributos correspondientes a envase sucio (ver sección 4.1.3. inciso a).

- ▶ Ubicarse en la lámpara de vacío, que será el lugar de recolección de datos.
- ▶ Aplicar el método de inspección visual pasa no pasa a los envases retornables vacíos que salen del proceso de lavado.
- ▶ Rechazar el envase sucio detectado, en el tiempo de duración de la jornada de producción y colocarlo en cajillas.
- ▶ Finalizada la producción, el operario debe llenar el formato correspondiente a envase sucio (ver sección 4.1.4. inciso a).
- ▶ El operario debe entregar a su jefe inmediato, el formato lleno.

b) Nivel de llenado

- **Procedimiento: Método propuesto de recolección de datos**

- ▶ Capacitar al operario sobre el atributo correspondiente a nivel de llenado (ver sección 4.1.3. inciso b).
- ▶ Ubicarse en la lámpara de lleno, que será el lugar de recolección de datos.
- ▶ Aplicar el método de inspección visual pasa no pasa a los envases retornables que contienen producto terminado después del proceso de llenado. La altura de llenado es de 354 ml.
- ▶ Rechazar el producto de bajo nivel de llenado detectado, en el tiempo de duración de la jornada de producción y colocarlo en cajillas, teniendo el cuidado de que no se mezclen con otras que contengan producto defectuoso, roturas de llenadora, etc.
- ▶ Finalizada la producción, el operario debe llenar el formato correspondiente a bajo nivel (ver sección 4.1.4. inciso b).
- ▶ El operario debe entregar a su jefe inmediato, el formato lleno.

c) Producto defectuoso

- **Procedimiento: Método propuesto de recolección de datos**

- ▶ Capacitar al operario sobre el atributo correspondiente a producto defectuoso (ver sección 4.1.3. inciso c).
- ▶ Ubicarse en la lámpara de lleno, que será el lugar de recolección de datos.
- ▶ Aplicar el método de inspección visual pasa no pasa a los envases retornables que contienen producto terminado después del proceso de llenado.
- ▶ Rechazar el producto defectuoso detectado, en el tiempo de duración de la jornada de producción y colocarlo en cajillas, teniendo el cuidado de que no se mezclen con otras que contengan producto de bajo nivel, roturas de llenadora, etc. Se debe recordar, que el producto defectuoso rechazado por ausencia de fecha de vencimiento, es reutilizable, por lo que se debe separar en cajillas para luego poder ingresarse a los transportadores y pasar nuevamente en el video jet (equipo de codificación).
- ▶ Finalizada la producción, el operario debe llenar el formato correspondiente a producto defectuoso (ver sección 4.1.4. inciso c).
- ▶ El operario debe entregar a su jefe inmediato, el formato lleno.

d) Defectos físicos

- **Procedimiento: Método propuesto de recolección de datos**

- ▶ Capacitar al operario sobre la clasificación de atributos correspondientes a defectos físicos (ver sección 4.1.3. inciso d).

- ▶ Ubicarse en la lámpara de vacío, que será el lugar de recolección de datos.
- ▶ Aplicar el método de inspección visual pasa no pasa a los envases retornables vacíos que salen del proceso de lavado.
- ▶ Rechazar el envase con defecto físico detectado, en el tiempo de duración de la jornada de producción y colocarlo en cajillas.
- ▶ Finalizada la producción, el operario debe llenar el formato correspondiente a defectos físicos (ver sección 4.1.4. inciso d).
- ▶ El operario debe entregar a su jefe inmediato, el formato lleno.

e) Rotura de envases

- **Procedimiento: Método propuesto de recolección de datos**

- ▶ Capacitar a los operadores de equipo sobre el atributo correspondientes a rotura de envase (ver sección 4.1.3. inciso e).
- ▶ Los equipos de los puntos de control (desencajonadora, lavadora, llenadora, empacadora y paletizadora), serán los lugares de recolección de datos.
- ▶ Aplicar el método de contabilización visual para recolectar los datos por rotura de envase, que generan los equipos durante la operación de producción. Paralelamente el operador del equipo, debe llenar el formato respectivo (ver sección 4.1.4. inciso e).
- ▶ Finalizada la producción, el operador de cada equipo del punto de control, debe entregar a su jefe inmediato, el formato lleno.
- ▶ Seguidamente el jefe inmediato (supervisor de producción) debe llenar el formato de rotura de envase en forma global (ver sección 4.1.4. inciso e).

- **Observación**

Los formatos de recolección de datos de envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envases, serán solicitados por el supervisor de producción o de línea al final de la jornada de producción, para luego entregárselos al jefe de producción para que elabore los gráficos de control.

4.1.6. Elaboración de gráficos de control para atributos seleccionados

A continuación se presentan los procedimientos y aplicaciones para realizar los gráficos de control para los atributos generadores de desperdicio de envase retornable: envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase.

4.1.6.1. Envase sucio

• **Procedimiento de elaboración**

- a. Se realiza el cálculo de los límites inferior y superior del gráfico de control para envase sucio. Dichos cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Septiembre '06 = 335.11 → total cajas de envase sucio (valor histórico)

Este valor se dividió entre la producción mensual del mes de septiembre '06 que fue de 152,322.18 cajas. Para obtener el límite superior, el cálculo se efectuó así:

Límite superior =(total cajas envase sucio/producción mensual) *100

Límite superior = (335.11 / 152, 322.18) * 100

Límite superior = 0.22 (expresado como un índice)

Para obtener el dato del límite inferior, se tomó como referencia el valor del índice mínimo del mes de septiembre '06 cuyo valor fue de **0.15** (cálculo no publicado).

- b. Se recolectan los datos correspondientes a envase sucio con el formato de la sección 4.1.4. inciso a.
- c. Se calcula el % índice de desperdicio de envase sucio diario, al dividir las cajas de envase sucio que se obtuvieron en un día entre la producción de ese mismo día, los datos para este cálculo, se recolectaron del formato de la sección 4.1.4. Inciso a.
- d. Después de haber recolectado y elaborado los cálculos, la información se coloca en una tabla donde se anota la fecha de producción, el % índice de desperdicio, el límite inferior y el límite superior.
- e. Se procede a realizar el gráfico de control de envase sucio.

- **Aplicación de los gráficos de control de envase sucio**

- a. Límite superior = 0.22
Límite inferior = 0.15

- b. Se recolectan los datos correspondientes a envase sucio con el formato de la sección 4.1.4. inciso a. Los datos que interesan es el total general y la producción. Aplicado al mes de octubre con fecha 01, esos datos serían 12.16 cajas de envase sucio en una producción de 6,811.06 cajas.
- c. % índice = [cajas envase sucio (01-Oct-06) / producción (01-Oct-06)] * 100
% índice = (12.16 / 6,811.06) * 100
% índice de desperdicio de envase sucio (01-Oct-06) = 0.18
- d. La tabla de recolección de datos de envase sucio de octubre '06 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Oct-06).
Fecha = 01-Oct-06
Envase sucio (% índice) = 0.18
Límite inferior = 0.15
Límite superior = 0.22
- e. Se procede a realizar el gráfico de control de envase sucio, una vez se complete la tabla con los datos del mes de octubre '06.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de octubre, noviembre y diciembre '06.

A continuación se presentan las tablas de recolección de datos de envase sucio, conjuntamente con los gráficos de control de los meses indicados.

Tabla XIX. Tabla de recolección de datos de envase sucio de octubre '06

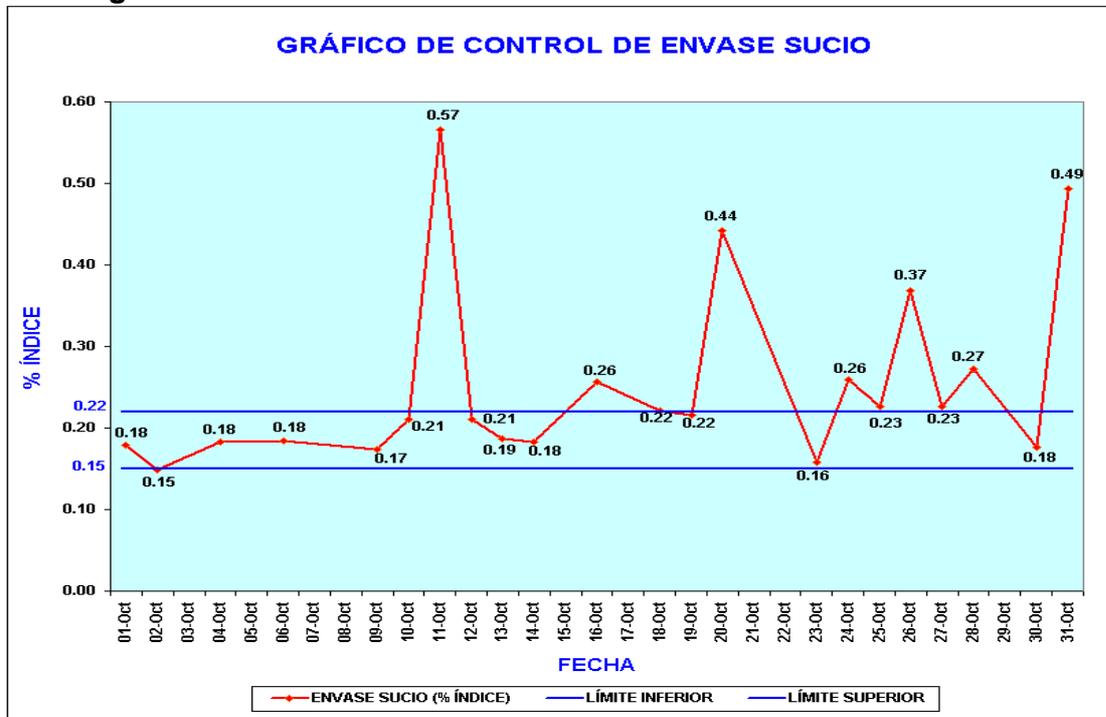
GRÁFICOS DE CONTROL

ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
01-Oct-06	0.18	0.15	0.22
02-Oct-06	0.15	0.15	0.22
04-Oct-06	0.18	0.15	0.22
06-Oct-06	0.18	0.15	0.22
09-Oct-06	0.17	0.15	0.22
10-Oct-06	0.21	0.15	0.22
11-Oct-06	0.57	0.15	0.22
12-Oct-06	0.21	0.15	0.22
13-Oct-06	0.19	0.15	0.22
14-Oct-06	0.18	0.15	0.22
16-Oct-06	0.26	0.15	0.22
18-Oct-06	0.22	0.15	0.22
19-Oct-06	0.22	0.15	0.22
20-Oct-06	0.44	0.15	0.22
23-Oct-06	0.16	0.15	0.22
24-Oct-06	0.26	0.15	0.22
25-Oct-06	0.23	0.15	0.22
26-Oct-06	0.37	0.15	0.22
27-Oct-06	0.23	0.15	0.22
28-Oct-06	0.27	0.15	0.22
30-Oct-06	0.18	0.15	0.22
31-Oct-06	0.49	0.15	0.22

Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Gráfico de control de envase sucio del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

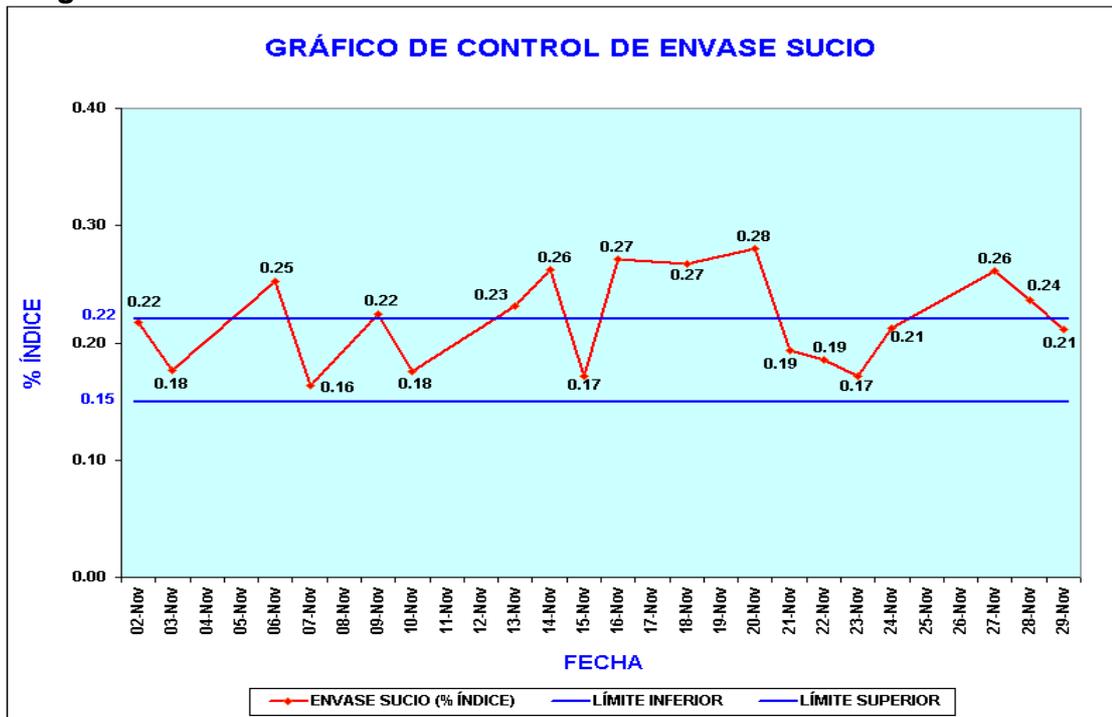
Tabla XX. Tabla de recolección de datos de envase sucio de noviembre '06
GRÁFICOS DE CONTROL

ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
02-Nov-06	0.22	0.15	0.22
03-Nov-06	0.18	0.15	0.22
06-Nov-06	0.25	0.15	0.22
07-Nov-06	0.16	0.15	0.22
09-Nov-06	0.22	0.15	0.22
10-Nov-06	0.18	0.15	0.22
13-Nov-06	0.23	0.15	0.22
14-Nov-06	0.26	0.15	0.22
15-Nov-06	0.17	0.15	0.22
16-Nov-06	0.27	0.15	0.22
18-Nov-06	0.27	0.15	0.22
20-Nov-06	0.28	0.15	0.22
21-Nov-06	0.19	0.15	0.22
22-Nov-06	0.19	0.15	0.22
23-Nov-06	0.17	0.15	0.22
24-Nov-06	0.21	0.15	0.22
27-Nov-06	0.26	0.15	0.22
28-Nov-06	0.24	0.15	0.22
29-Nov-06	0.21	0.15	0.22

Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Gráfico de control de envase sucio del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

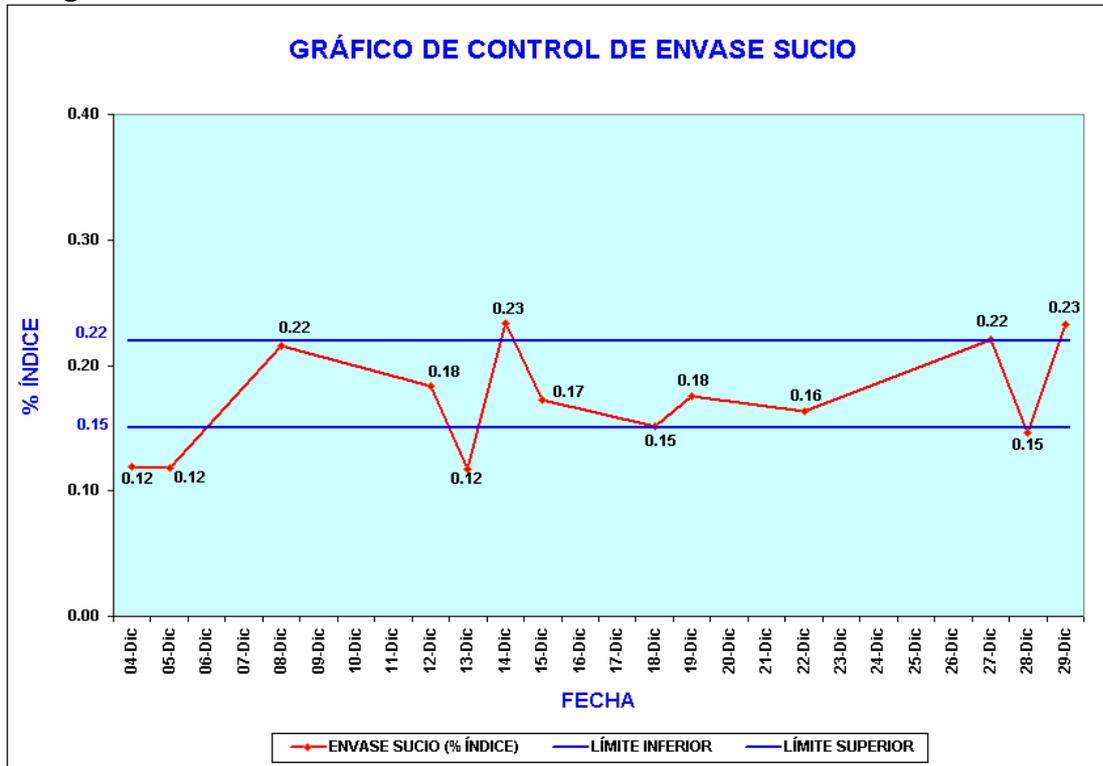
Tabla XXI. Tabla de recolección de datos de envase sucio de diciembre '06
GRÁFICOS DE CONTROL

ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
04-Dic-06	0.12	0.15	0.22
05-Dic-06	0.12	0.15	0.22
08-Dic-06	0.22	0.15	0.22
12-Dic-06	0.18	0.15	0.22
13-Dic-06	0.12	0.15	0.22
14-Dic-06	0.23	0.15	0.22
15-Dic-06	0.17	0.15	0.22
18-Dic-06	0.15	0.15	0.22
19-Dic-06	0.18	0.15	0.22
22-Dic-06	0.16	0.15	0.22
27-Dic-06	0.22	0.15	0.22
28-Dic-06	0.15	0.15	0.22
29-Dic-06	0.23	0.15	0.22

Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Gráfico de control de envase sucio del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

4.1.6.2. Nivel de Llenado

- **Procedimiento de elaboración**

- a. Se realiza el cálculo de los límites inferior y superior del gráfico de control para el nivel de llenado. Dichos cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Septiembre '06 = 971.23 → total de cajas de bajo nivel (valor histórico)

Este valor se dividió entre la producción mensual del mes de septiembre '06 que fue de 152, 322.18 cajas. Para obtener el límite superior, el cálculo se efectuó así:

Límite superior =(total cajas bajo nivel / producción mensual) *100

Límite superior = (950.23 / 152, 322.18) * 100

Límite superior = 0.62 (expresado como un índice)

Para obtener el dato del límite inferior, se tomó como referencia el valor del índice mínimo del mes de septiembre '06 cuyo valor fue de **0.41** (cálculo no publicado).

- b. Se recolectan los datos correspondientes a bajo nivel de llenado con el formato de la sección 4.1.4. inciso b.
- c. Se calcula el % índice de desperdicio de bajo nivel de llenado diario, al dividir las cajas de bajo nivel que se obtuvieron en un día entre la producción de ese mismo día, los datos para este cálculo, se recolectaron del formato de la sección 4.1.4. Inciso b.

- d. Después de haber recolectado y elaborado los cálculos, la información se coloca en una tabla donde se anota la fecha de producción, el % índice de desperdicio, el límite inferior y el límite superior.
- e. Se procede a realizar el gráfico de control de nivel de llenado.

- **Aplicación de los gráficos de control de nivel de llenado**

- a. Límite superior = 0.62
Límite inferior = 0.41
- b. Se recolectan los datos correspondientes a nivel de llenado con el formato de la sección 4.1.4. inciso b. Los datos que interesan es el total y la producción. Aplicado al mes de octubre con fecha 01, esos datos serían 53.00 cajas de bajo nivel de llenado en una producción de 6,811.06 cajas.
- c. % índice = [cajas de bajo nivel (01-Oct-06) / producción (01-Oct-06)] * 100
% índice = (53.00 / 6,811.06) * 100
% índice de desperdicio de bajo nivel de llenado (01-Oct-06) = 0.78
- d. La tabla de recolección de datos de envase sucio de octubre '06 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Oct-06).
Fecha = 01-Oct-06
Bajo nivel (% índice) = 0.78
Límite inferior = 0.41
Límite superior = 0.62

- e. Se procede a realizar el gráfico de control de nivel de llenado, una vez se complete la tabla con los datos del mes de octubre '06.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de octubre, noviembre y diciembre '06.

A continuación se presentan las tablas de recolección de datos de nivel de llenado, conjuntamente con los gráficos de control de los meses indicados.

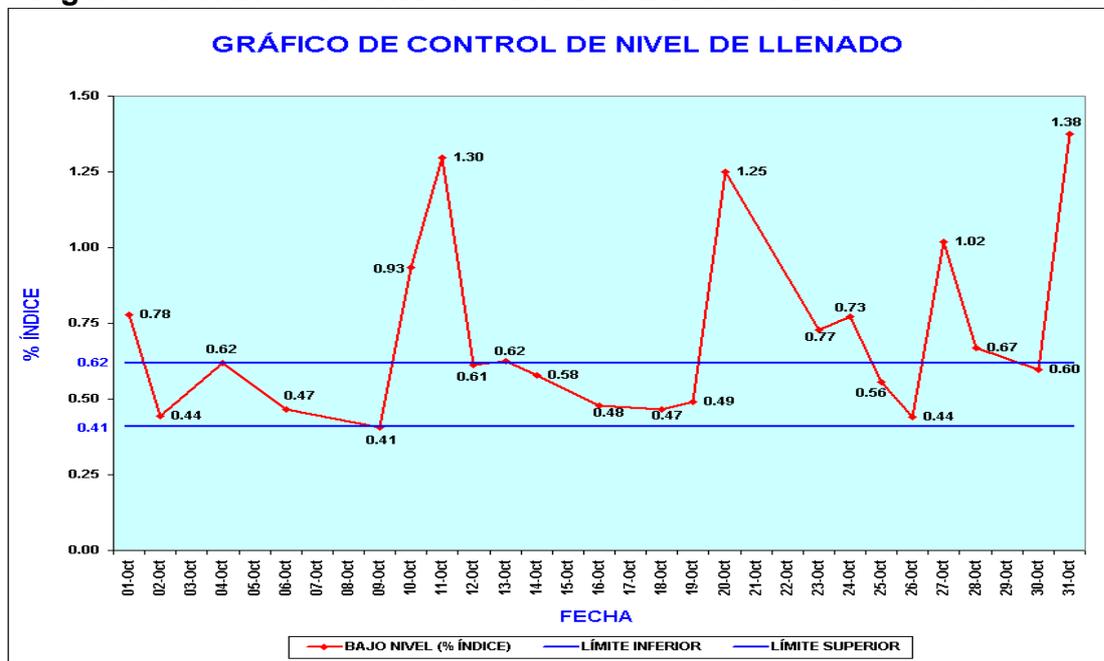
Tabla XXII. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de octubre '06
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
01-Oct-06	0.78	0.41	0.62
02-Oct-06	0.44	0.41	0.62
04-Oct-06	0.62	0.41	0.62
06-Oct-06	0.47	0.41	0.62
09-Oct-06	0.41	0.41	0.62
10-Oct-06	0.93	0.41	0.62
11-Oct-06	1.30	0.41	0.62
12-Oct-06	0.61	0.41	0.62
13-Oct-06	0.62	0.41	0.62
14-Oct-06	0.58	0.41	0.62
16-Oct-06	0.48	0.41	0.62
18-Oct-06	0.47	0.41	0.62
19-Oct-06	0.49	0.41	0.62
20-Oct-06	1.25	0.41	0.62
23-Oct-06	0.73	0.41	0.62
24-Oct-06	0.77	0.41	0.62
25-Oct-06	0.56	0.41	0.62
26-Oct-06	0.44	0.41	0.62
27-Oct-06	1.02	0.41	0.62
28-Oct-06	0.67	0.41	0.62
30-Oct-06	0.60	0.41	0.62
31-Oct-06	1.38	0.41	0.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXIII. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de noviembre '06

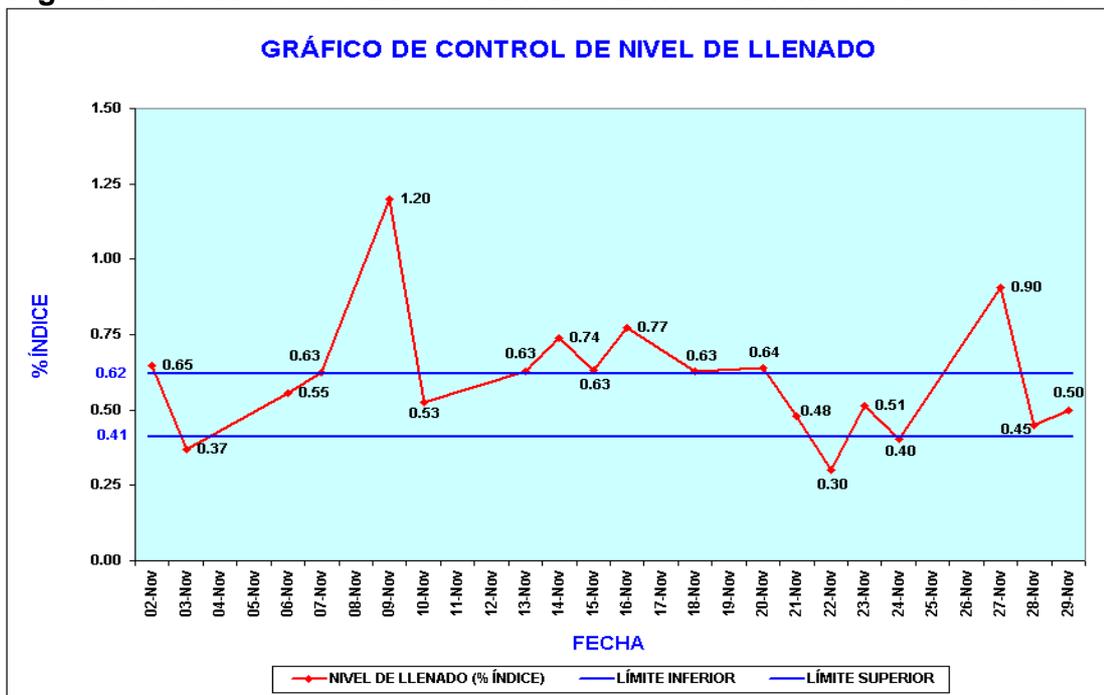
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
02-Nov-06	0.65	0.41	0.62
03-Nov-06	0.37	0.41	0.62
06-Nov-06	0.55	0.41	0.62
07-Nov-06	0.63	0.41	0.62
09-Nov-06	1.20	0.41	0.62
10-Nov-06	0.53	0.41	0.62
13-Nov-06	0.63	0.41	0.62
14-Nov-06	0.74	0.41	0.62
15-Nov-06	0.63	0.41	0.62
16-Nov-06	0.77	0.41	0.62
18-Nov-06	0.63	0.41	0.62
20-Nov-06	0.64	0.41	0.62
21-Nov-06	0.48	0.41	0.62
22-Nov-06	0.30	0.41	0.62
23-Nov-06	0.51	0.41	0.62
24-Nov-06	0.40	0.41	0.62
27-Nov-06	0.90	0.41	0.62
28-Nov-06	0.45	0.41	0.62
29-Nov-06	0.50	0.41	0.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

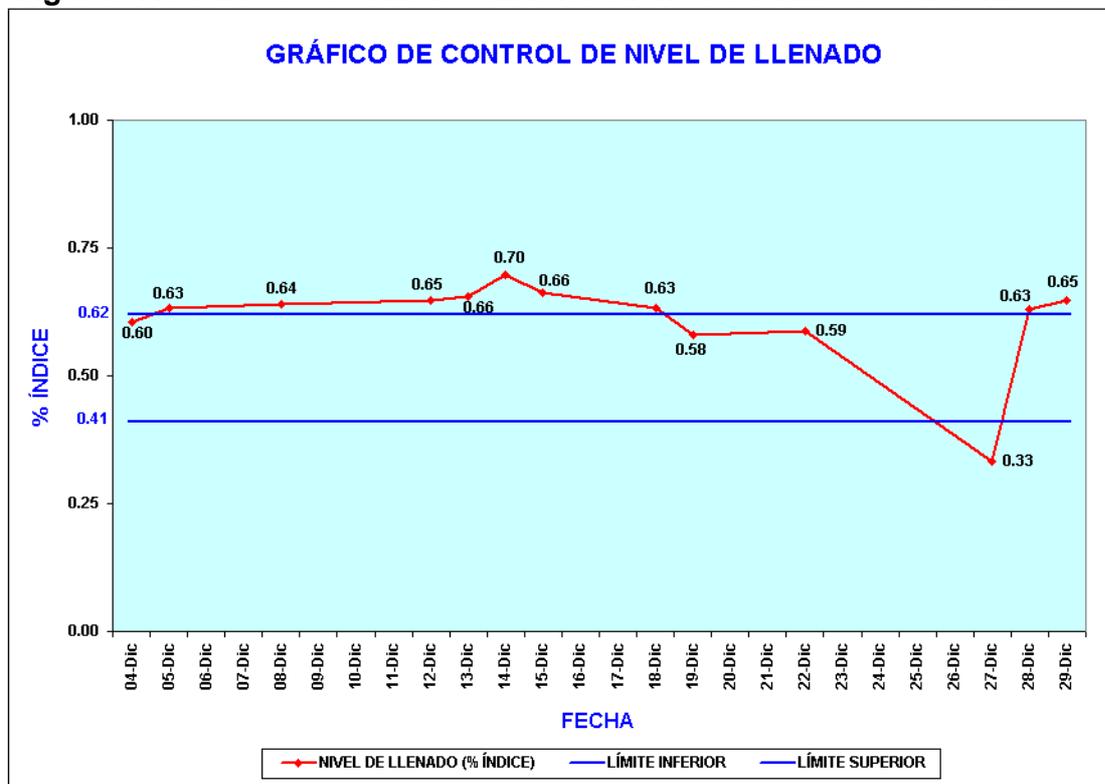
Tabla XXIV. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de diciembre '06
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
04-Dic-06	0.60	0.41	0.62
05-Dic-06	0.63	0.41	0.62
08-Dic-06	0.64	0.41	0.62
12-Dic-06	0.65	0.41	0.62
13-Dic-06	0.66	0.41	0.62
14-Dic-06	0.70	0.41	0.62
15-Dic-06	0.66	0.41	0.62
18-Dic-06	0.63	0.41	0.62
19-Dic-06	0.58	0.41	0.62
22-Dic-06	0.59	0.41	0.62
27-Dic-06	0.33	0.41	0.62
28-Dic-06	0.63	0.41	0.62
29-Dic-06	0.65	0.41	0.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

4.1.6.3. Defectos físicos

- Procedimiento de elaboración

- Se realiza el cálculo de los límites inferior y superior del gráfico de control para el atributo defectos físicos. Dichos cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Septiembre '06 = 76.16 → cajas con defectos físicos (valor histórico)

Este valor se dividió entre la producción mensual del mes de septiembre '06 que fue de 152,322.18. Para obtener el límite superior, el cálculo se efectuó así:

Límite superior = (total cajas def. físicos/producción mensual)*100

Límite superior = (76.16 / 152, 322.18) * 100

Límite superior = 0.05 (expresado como un índice)

Para obtener el dato del límite inferior, se tomó como referencia el valor del índice mínimo del mes de septiembre cuyo valor fue de **0.03** (cálculo no publicado).

- b. Se recolectan los datos correspondientes a defectos físicos con el formato de la sección 4.1.4. inciso d.
- c. Se calcula el % índice de desperdicio de defecto físico diario, al dividir las cajas de defectos físicos que se obtuvieron en un día entre la producción de ese mismo día, los datos para este cálculo, se recolectaron del formato de la sección 4.1.4. Inciso d.
- d. Después de haber recolectado y elaborado los cálculos, la información se coloca en una tabla donde se anota la fecha de producción, el % índice de desperdicio, el límite inferior y el límite superior.
- e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre defectos físicos.

- **Aplicación de los gráficos de control sobre defectos físicos**

- a. Límite superior = 0.05
Límite inferior = 0.03

- b. Se recolectan los datos correspondientes a defectos físicos con el formato de la sección 4.1.4. inciso d.

Los datos que interesan es el total y la producción. Aplicado al mes de octubre con fecha 01, esos datos serían 4.01 cajas con defectos físicos en una producción de 6,811.06 cajas.

- c. % índice = [cajas def. físicos (01-Oct-06) / producción (01-Oct-06)] * 100

$$\% \text{ índice} = (4.01 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice de desperdicio sobre defectos físicos (01-Oct-06)} = 0.06$$

- d. La tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de octubre '06 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Oct-06).

Fecha = 01-Oct-06

Defectos físicos (% índice) = 0.06

Límite inferior = 0.05

Límite superior = 0.03

- e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre defectos físicos, una vez se complete la tabla con los datos del mes de octubre '06.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de octubre, noviembre y diciembre '06.

A continuación se presentan las tablas de recolección de datos sobre defectos físicos, conjuntamente con los gráficos de control de los meses indicados.

Tabla XXV. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de octubre '06

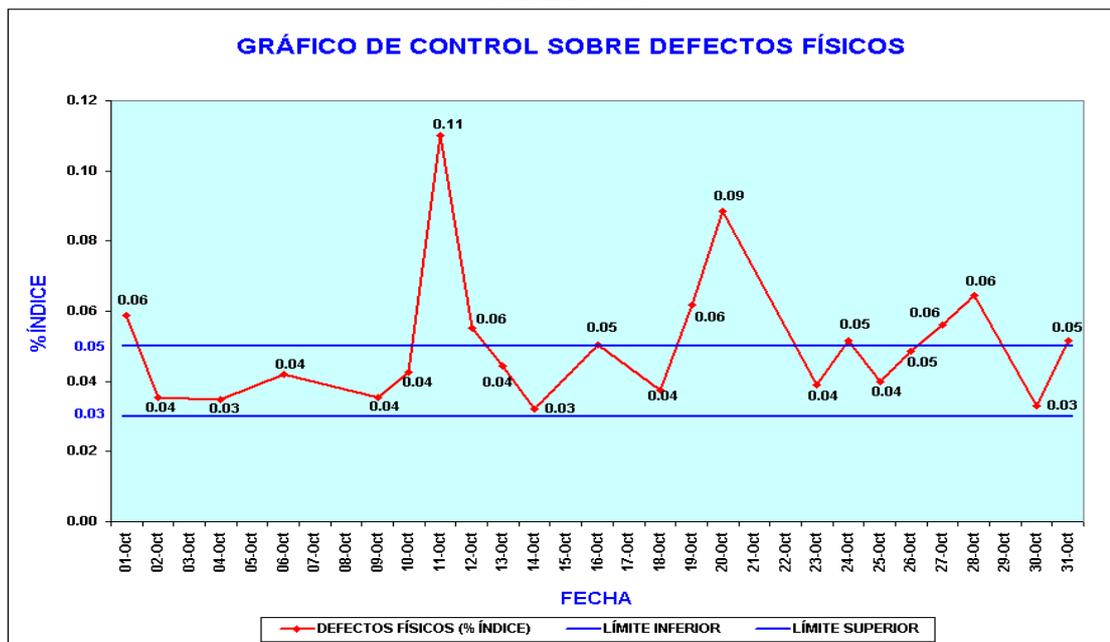
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
01-Oct-06	0.06	0.03	0.05
02-Oct-06	0.04	0.03	0.05
04-Oct-06	0.03	0.03	0.05
06-Oct-06	0.04	0.03	0.05
09-Oct-06	0.04	0.03	0.05
10-Oct-06	0.04	0.03	0.05
11-Oct-06	0.11	0.03	0.05
12-Oct-06	0.06	0.03	0.05
13-Oct-06	0.04	0.03	0.05
14-Oct-06	0.03	0.03	0.05
16-Oct-06	0.05	0.03	0.05
18-Oct-06	0.04	0.03	0.05
19-Oct-06	0.06	0.03	0.05
20-Oct-06	0.09	0.03	0.05
23-Oct-06	0.04	0.03	0.05
24-Oct-06	0.05	0.03	0.05
25-Oct-06	0.04	0.03	0.05
26-Oct-06	0.05	0.03	0.05
27-Oct-06	0.06	0.03	0.05
28-Oct-06	0.06	0.03	0.05
30-Oct-06	0.03	0.03	0.05
31-Oct-06	0.05	0.03	0.05

Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXVI. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de noviembre '06

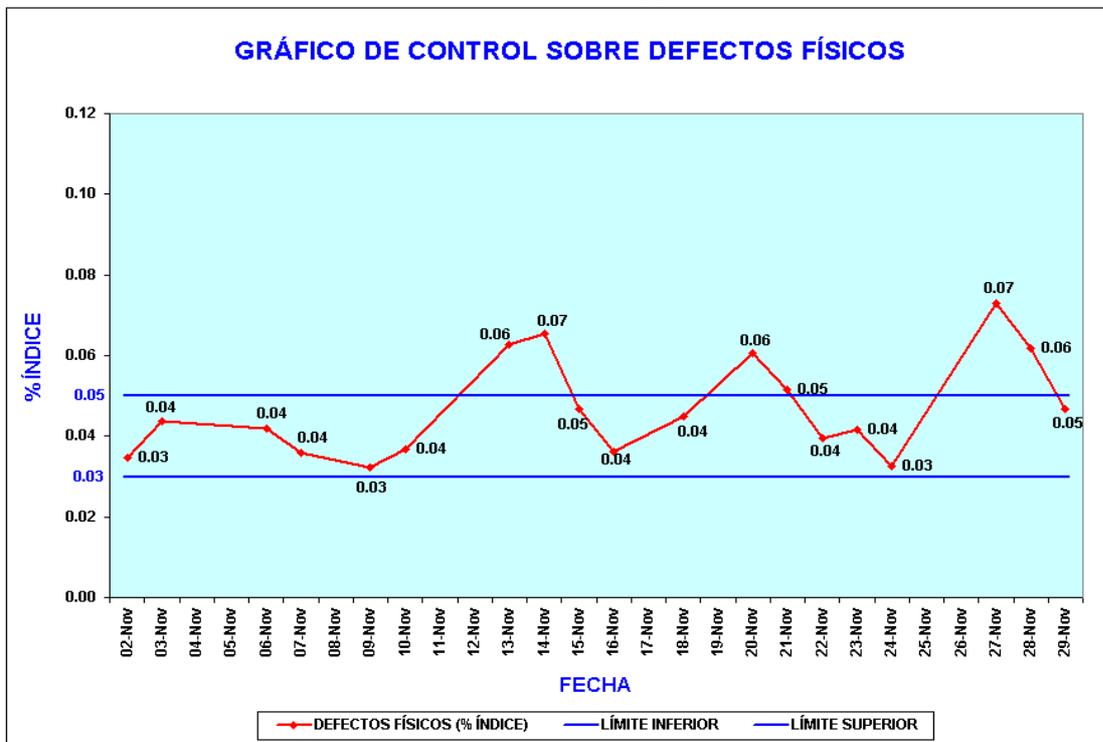
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
02-Nov-06	0.03	0.03	0.05
03-Nov-06	0.04	0.03	0.05
06-Nov-06	0.04	0.03	0.05
07-Nov-06	0.04	0.03	0.05
09-Nov-06	0.03	0.03	0.05
10-Nov-06	0.04	0.03	0.05
13-Nov-06	0.06	0.03	0.05
14-Nov-06	0.07	0.03	0.05
15-Nov-06	0.05	0.03	0.05
16-Nov-06	0.04	0.03	0.05
18-Nov-06	0.04	0.03	0.05
20-Nov-06	0.06	0.03	0.05
21-Nov-06	0.05	0.03	0.05
22-Nov-06	0.04	0.03	0.05
23-Nov-06	0.04	0.03	0.05
24-Nov-06	0.03	0.03	0.05
27-Nov-06	0.07	0.03	0.05
28-Nov-06	0.06	0.03	0.05
29-Nov-06	0.05	0.03	0.05

Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXVII. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de diciembre '06

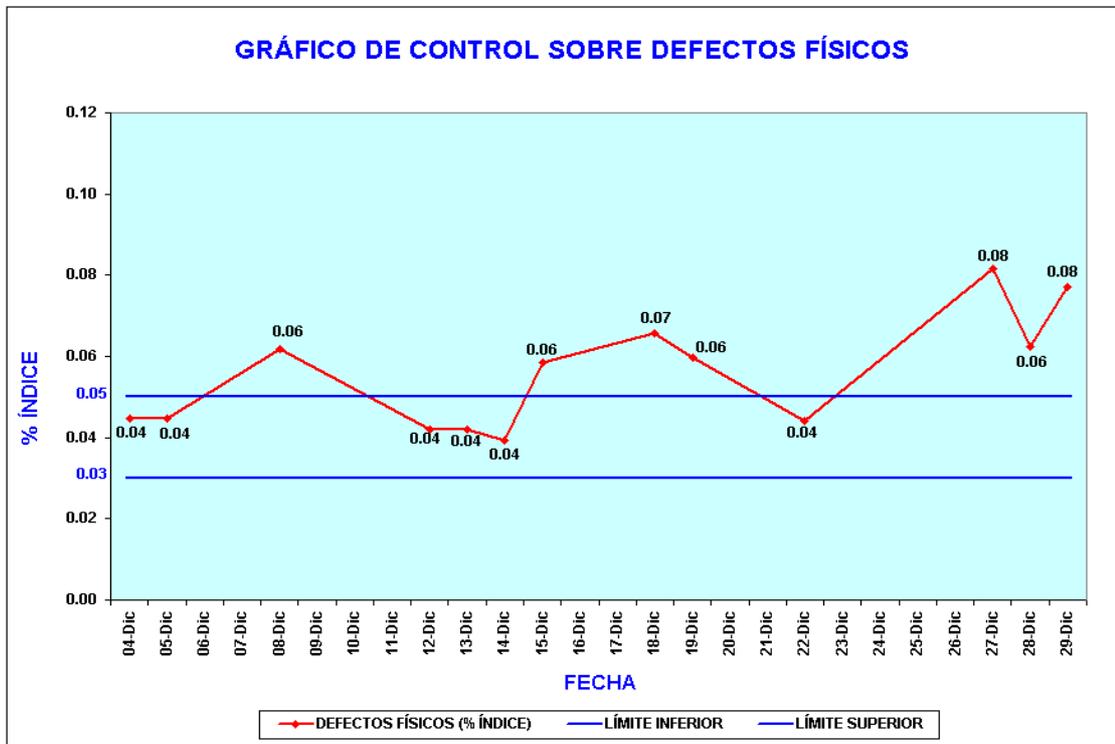
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
04-Dic-06	0.04	0.03	0.05
05-Dic-06	0.04	0.03	0.05
08-Dic-06	0.06	0.03	0.05
12-Dic-06	0.04	0.03	0.05
13-Dic-06	0.04	0.03	0.05
14-Dic-06	0.04	0.03	0.05
15-Dic-06	0.06	0.03	0.05
18-Dic-06	0.07	0.03	0.05
19-Dic-06	0.06	0.03	0.05
22-Dic-06	0.04	0.03	0.05
27-Dic-06	0.08	0.03	0.05
28-Dic-06	0.06	0.03	0.05
29-Dic-06	0.08	0.03	0.05

Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

4.1.6.4. Producto defectuoso

- **Procedimiento de elaboración**

- a. Se realiza el cálculo de los límites inferior y superior del gráfico de control para el atributo producto defectuoso. Dichos cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Septiembre '06 =609.07 → cajas de producto defectuoso (valor histórico)

Este valor se dividió entre la producción mensual del mes de septiembre '06 que fue de 152,322.18. Para obtener el límite superior, el cálculo se efectuó así:

$$\text{Límite superior} = \frac{\text{total cajas de producto defectuoso}}{\text{producción mensual}} * 100$$

$$\text{Límite superior} = (609.07 / 152, 322.18) * 100$$

$$\text{Límite superior} = 0.40 \text{ (expresado como un índice)}$$

Para obtener el dato del límite inferior, se tomó como referencia el valor del índice mínimo del mes de septiembre cuyo valor fue de **0.30** (cálculo no publicado).

- b. Se recolectan los datos correspondientes a producto defectuoso con el formato de la sección 4.1.4. inciso c.
- c. Se calcula el % índice de desperdicio de producto defectuoso diario, al dividir las cajas de producto defectuoso que se obtuvieron en un día entre la producción de ese mismo día, los datos para este cálculo, se recolectaron del formato de la sección 4.1.4. Inciso c.

d. Después de haber recolectado y elaborado los cálculos, la información se coloca en una tabla donde se anota la fecha de producción, el % índice de desperdicio, el límite inferior y el límite superior.

e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre producto defectuoso.

• **Aplicación de los gráficos de control sobre producto defectuoso**

a. Límite superior = 0.40

Límite inferior = 0.30

b. Se recolectan los datos correspondientes a producto defectuoso con el formato de la sección 4.1.4. inciso c. Los datos que interesan es el total y la producción. Aplicado al mes de octubre con fecha 01, esos datos serían 37.00 cajas de producto defectuoso en una producción de 6,811.06 cajas.

c. % índice = $\frac{\text{cajas de producto defectuoso (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

% índice = $(33.00 / 6,811.06) * 100$

% índice de desperdicio de producto defectuoso (01-Oct-06) = 0.48

d. La tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso de octubre '06 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Oct-06).

Fecha = 01-Oct-06

Producto defectuoso (% índice) = 0.48

Límite inferior = 0.30

Límite superior = 0.40

- e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre defectos físicos, una vez se complete la tabla con los datos del mes de octubre '06.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de octubre, noviembre y diciembre '06.

A continuación se presentan las tablas de recolección de datos sobre producto defectuoso, conjuntamente con los gráficos de control de los meses indicados.

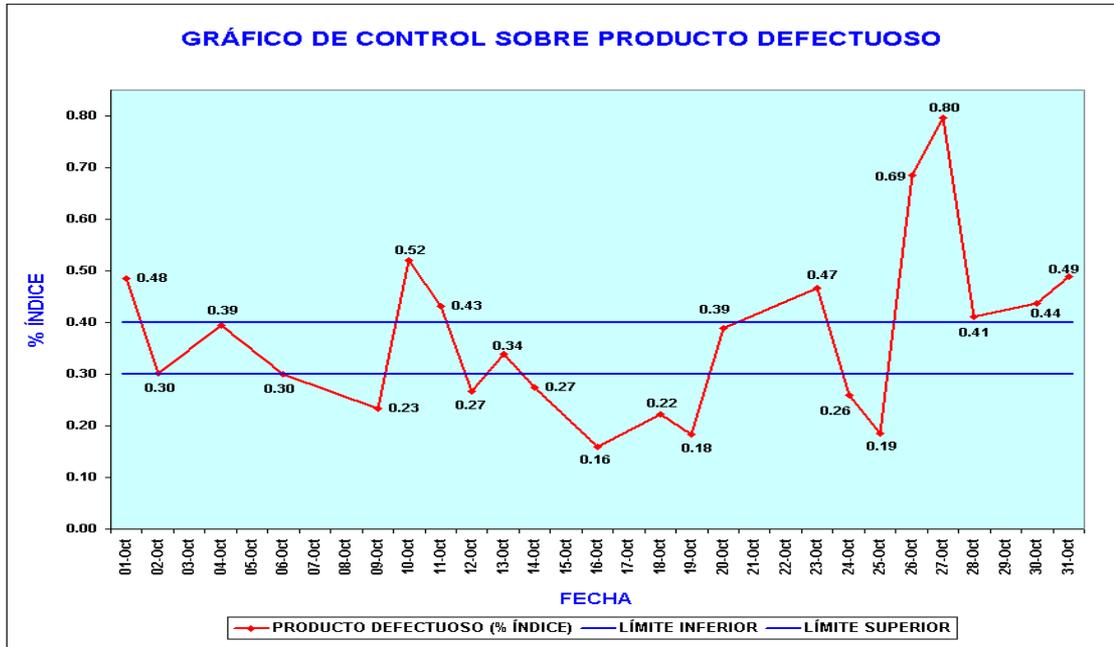
Tabla XXVIII. Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de octubre '06
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
01-Oct-06	0.48	0.30	0.40
02-Oct-06	0.30	0.30	0.40
04-Oct-06	0.39	0.30	0.40
06-Oct-06	0.30	0.30	0.40
09-Oct-06	0.23	0.30	0.40
10-Oct-06	0.52	0.30	0.40
11-Oct-06	0.43	0.30	0.40
12-Oct-06	0.27	0.30	0.40
13-Oct-06	0.34	0.30	0.40
14-Oct-06	0.27	0.30	0.40
16-Oct-06	0.16	0.30	0.40
18-Oct-06	0.22	0.30	0.40
19-Oct-06	0.18	0.30	0.40
20-Oct-06	0.39	0.30	0.40
23-Oct-06	0.47	0.30	0.40
24-Oct-06	0.26	0.30	0.40
25-Oct-06	0.19	0.30	0.40
26-Oct-06	0.69	0.30	0.40
27-Oct-06	0.80	0.30	0.40
28-Oct-06	0.41	0.30	0.40
30-Oct-06	0.44	0.30	0.40
31-Oct-06	0.49	0.30	0.40

Fuente: Elaboración propia

Figura 61. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXIX. Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de noviembre '06

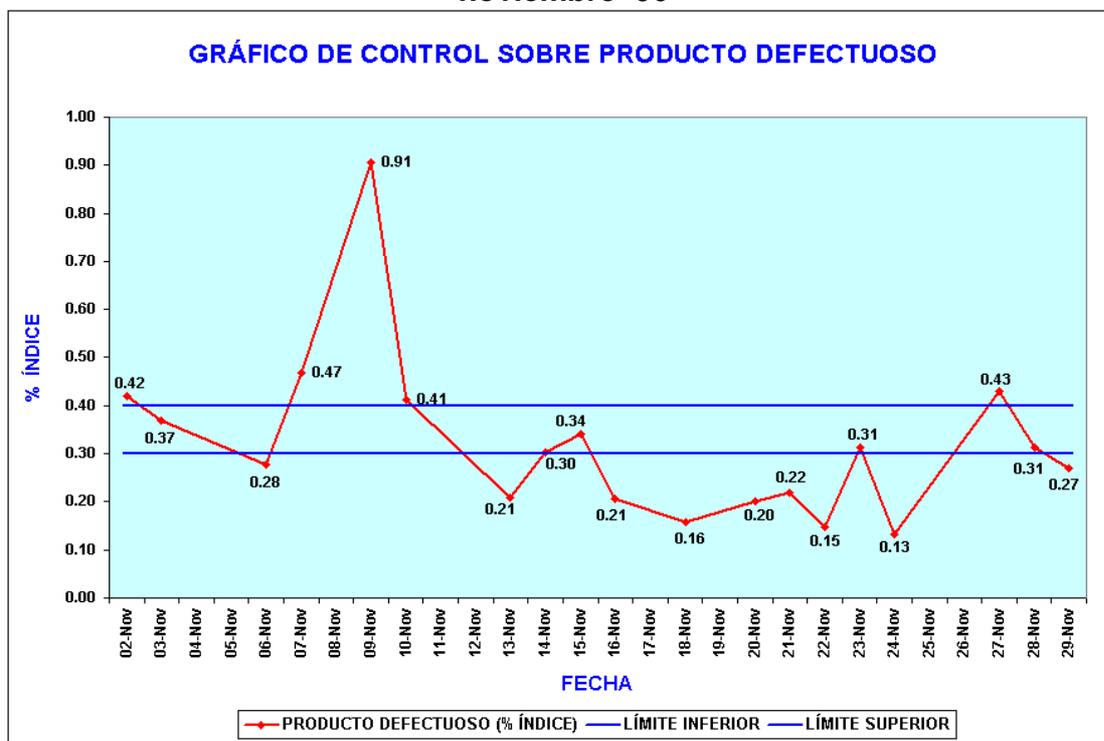
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
02-Nov-06	0.42	0.30	0.40
03-Nov-06	0.37	0.30	0.40
06-Nov-06	0.28	0.30	0.40
07-Nov-06	0.47	0.30	0.40
09-Nov-06	0.91	0.30	0.40
10-Nov-06	0.41	0.30	0.40
13-Nov-06	0.21	0.30	0.40
14-Nov-06	0.30	0.30	0.40
15-Nov-06	0.34	0.30	0.40
16-Nov-06	0.21	0.30	0.40
18-Nov-06	0.16	0.30	0.40
20-Nov-06	0.20	0.30	0.40
21-Nov-06	0.22	0.30	0.40
22-Nov-06	0.15	0.30	0.40
23-Nov-06	0.31	0.30	0.40
24-Nov-06	0.13	0.30	0.40
27-Nov-06	0.43	0.30	0.40
28-Nov-06	0.31	0.30	0.40
29-Nov-06	0.27	0.30	0.40

Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXX. Tabla de recolección de datos sobre el producto defectuoso de diciembre '06

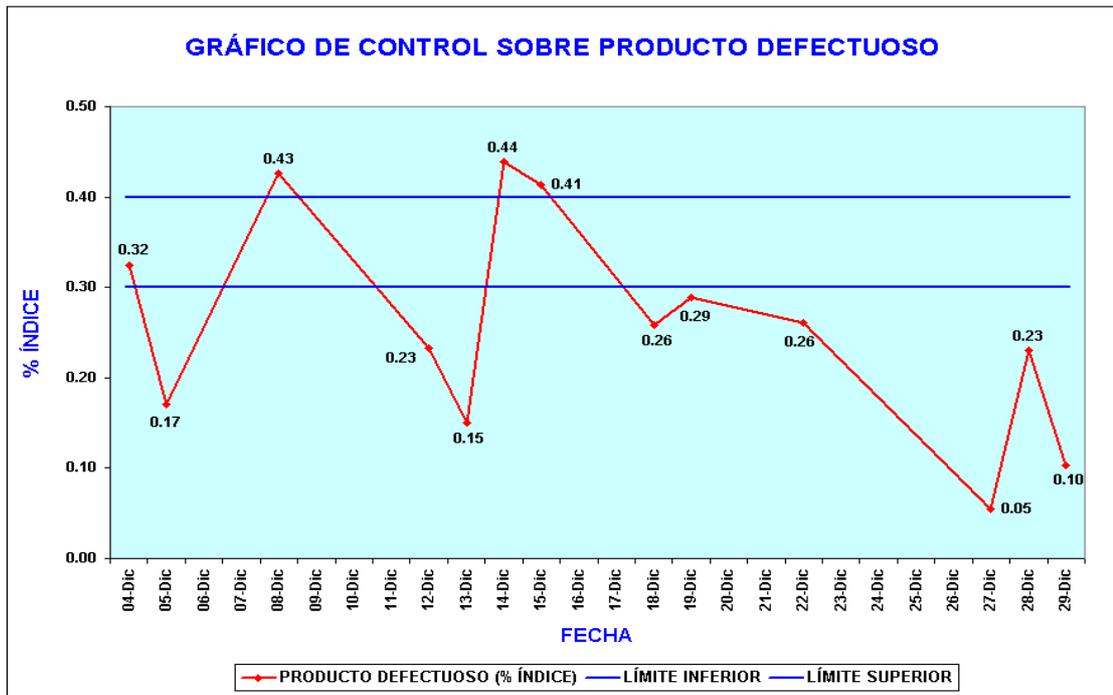
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
04-Dic-06	0.32	0.30	0.40
05-Dic-06	0.17	0.30	0.40
08-Dic-06	0.43	0.30	0.40
12-Dic-06	0.23	0.30	0.40
13-Dic-06	0.15	0.30	0.40
14-Dic-06	0.44	0.30	0.40
15-Dic-06	0.41	0.30	0.40
18-Dic-06	0.26	0.30	0.40
19-Dic-06	0.29	0.30	0.40
22-Dic-06	0.26	0.30	0.40
27-Dic-06	0.05	0.30	0.40
28-Dic-06	0.23	0.30	0.40
29-Dic-06	0.10	0.30	0.40

Fuente: Elaboración propia

Figura 63. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

4.1.6.5. Rotura de envases

- **Procedimiento de elaboración**

- Se realiza el cálculo de los límites inferior y superior del gráfico de control para el atributo rotura de envase. Dichos cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Septiembre '06 = 1,142.10 → cajas de rotura de envase (valor histórico)

Este valor se dividió entre la producción mensual del mes de septiembre '06 que fue de 152,322.18. Para obtener el límite superior, el cálculo se efectuó así:

Límite superior = (total rotura de cajas / producción mensual) *100

Límite superior = (1,142.10 / 152, 322.18) * 100

Límite superior = 0.75 (expresado como un índice)

Para obtener el dato del límite inferior, se tomó como referencia el valor del índice mínimo del mes de septiembre cuyo valor fue de **0.50**.

- b. Se recolectan los datos correspondientes a rotura de envase con los formatos de la sección 4.1.4. inciso e.
- c. Se calcula el % índice de desperdicio sobre rotura de envase diario, al dividir las cajas de rotura de envase que se obtuvieron en un día entre la producción de ese mismo día, los datos para este cálculo, se recolectaron de los formatos de la sección 4.1.4. Inciso e.
- d. Después de haber recolectado y elaborado los cálculos, la información se coloca en una tabla donde se anota la fecha de producción, el % índice de desperdicio, el límite inferior y el límite superior.
- e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre roturas de envases.

• **Aplicación de los gráficos de control sobre rotura de envases**

- a. Límite superior = 0.75
Límite inferior = 0.50
- b. Se recolectan los datos correspondientes a roturas de envases con los formatos de la sección 4.1.4. inciso e. Los datos que interesan es el total y la producción.

Aplicado al mes de octubre con fecha 01, esos datos serían 56.06 cajas de rotura de envases en una producción de 6,811.06 cajas.

El dato de 56.06 cajas de rotura de envases se desglosa de la siguiente manera:

Desencajonadora = 3.01 cajas

Lavadora = 45.05 cajas

Llenadora = 2.19 cajas

Empacadora = 4.19 cajas

Paletizadora = 0.10 cajas

c. $\% \text{ índice} = \frac{\text{cajas de rotura de envases (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice} = (56.06 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice de desperdicio de rotura de envases (01-Oct-06)} = 0.82$$

▶ $\% \text{ índice}_{\text{desencajonadora}} = \frac{\text{cajas rotura desencajonadora (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice}_{\text{desencajonadora}} = (3.01 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice}_{\text{desencajonadora}} = 0.04$$

▶ $\% \text{ índice}_{\text{lavadora}} = \frac{\text{cajas de rotura de lavadora (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice}_{\text{lavadora}} = (45.05 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice}_{\text{lavadora}} = 0.66$$

▶ $\% \text{ índice}_{\text{llenadora}} = \frac{\text{cajas de rotura de llenadora (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice llenadora} = (2.19 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice lavadora} = 0.03$$

▶ $\% \text{ índice empacadora} = \frac{\text{cajas de rotura de empacadora (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice empacadora} = (4.19 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice empacadora} = 0.06$$

▶ $\% \text{ índice paletizadora} = \frac{\text{cajas de rotura de paletizadora (01-Oct-06)}}{\text{producción (01-Oct-06)}} * 100$

$$\% \text{ índice paletizadora} = (0.10 / 6,811.06) * 100$$

$$\% \text{ índice paletizadora} = 0.00$$

- d. La tabla de recolección de datos sobre rotura de envases de octubre '06 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Oct-06).

Fecha = 01-Oct-06

Desencajonadora (% índice) = 0.04

Lavadora (% índice) = 0.66

Llenadora (% índice) = 0.03

Empacadora (% índice) = 0.06

Paletizadora (% índice) = 0.00

Límite inferior = 0.50

Límite superior = 0.75

- e. Se procede a realizar el gráfico de control sobre rotura de envases, una vez se complete la tabla con los datos del mes de octubre '06.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de octubre, noviembre y diciembre '06. A continuación se presentan las tablas de recolección de datos sobre rotura de envases, conjuntamente con los gráficos de control de los meses indicados.

El cálculo del % índice de desperdicio de envase por rotura, se obtuvo de dividir las cajas de rotura de envase que se obtuvieron en un día entre la producción generada en el mismo día, datos que se recolectaron formato de la sección 4.1.4. Inciso e (tabla XIV).

A continuación se muestra el gráfico de control de rotura de envases de los meses de octubre, noviembre y diciembre, los cuales se reflejan en términos de % índice.

Tabla XXXI. Tabla de recolección de datos sobre rotura de envases de octubre '06

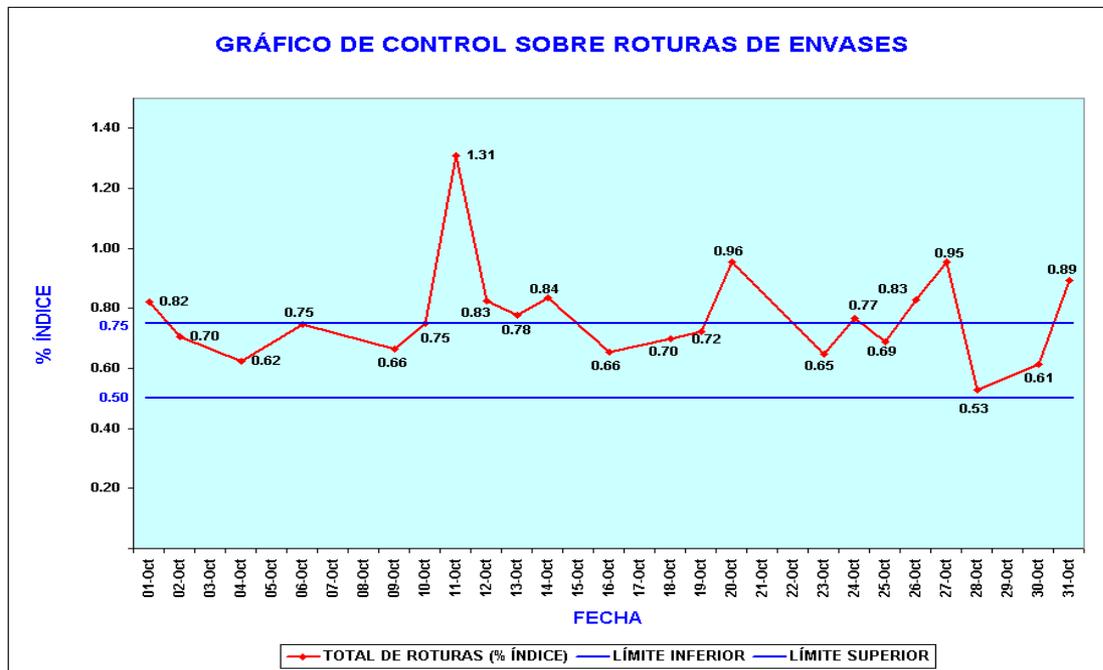
GRÁFICOS DE CONTROL

ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESENCAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
01-Oct-06	0.04	0.66	0.03	0.06	0.00	0.82	0.50	0.75
02-Oct-06	0.02	0.58	0.02	0.04	0.03	0.70	0.50	0.75
04-Oct-06	0.01	0.52	0.01	0.03	0.02	0.62	0.50	0.75
06-Oct-06	0.03	0.63	0.02	0.03	0.01	0.75	0.50	0.75
09-Oct-06	0.01	0.61	0.01	0.03	0.00	0.66	0.50	0.75
10-Oct-06	0.00	0.66	0.00	0.04	0.03	0.75	0.50	0.75
11-Oct-06	0.11	0.65	0.23	0.11	0.13	1.31	0.50	0.75
12-Oct-06	0.04	0.63	0.02	0.11	0.02	0.83	0.50	0.75
13-Oct-06	0.03	0.60	0.01	0.09	0.02	0.78	0.50	0.75
14-Oct-06	0.03	0.67	0.02	0.06	0.03	0.84	0.50	0.75
16-Oct-06	0.00	0.53	0.03	0.06	0.00	0.66	0.50	0.75
18-Oct-06	0.05	0.54	0.01	0.06	0.00	0.70	0.50	0.75
19-Oct-06	0.00	0.63	0.02	0.05	0.00	0.72	0.50	0.75
20-Oct-06	0.05	0.70	0.04	0.14	0.00	0.96	0.50	0.75
23-Oct-06	0.00	0.57	0.02	0.03	0.01	0.65	0.50	0.75
24-Oct-06	0.00	0.59	0.03	0.05	0.03	0.77	0.50	0.75
25-Oct-06	0.06	0.50	0.00	0.08	0.02	0.69	0.50	0.75
26-Oct-06	0.10	0.54	0.03	0.10	0.01	0.83	0.50	0.75
27-Oct-06	0.00	0.84	0.02	0.04	0.03	0.95	0.50	0.75
28-Oct-06	0.00	0.46	0.01	0.02	0.01	0.53	0.50	0.75
30-Oct-06	0.05	0.46	0.01	0.07	0.01	0.61	0.50	0.75
31-Oct-06	0.09	0.54	0.00	0.14	0.01	0.89	0.50	0.75
TOTALES	0.03	0.60	0.02	0.06	0.02	0.73		

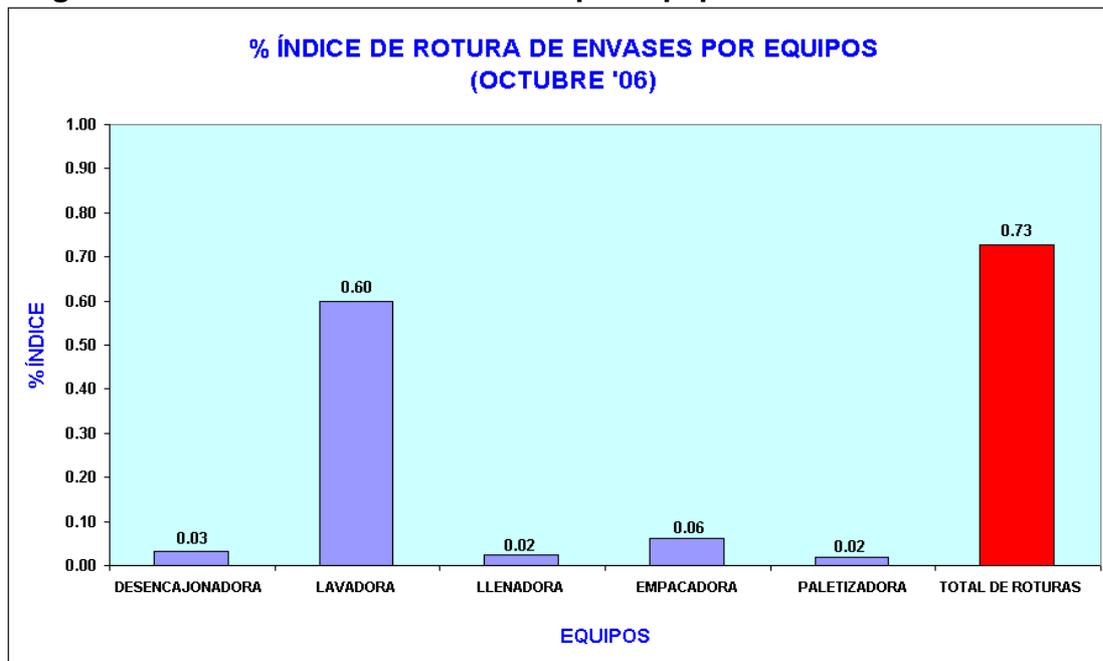
Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

Figura 65. Gráfico rotura de envases por equipos del mes de octubre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXII. Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de noviembre '06

GRÁFICOS DE CONTROL

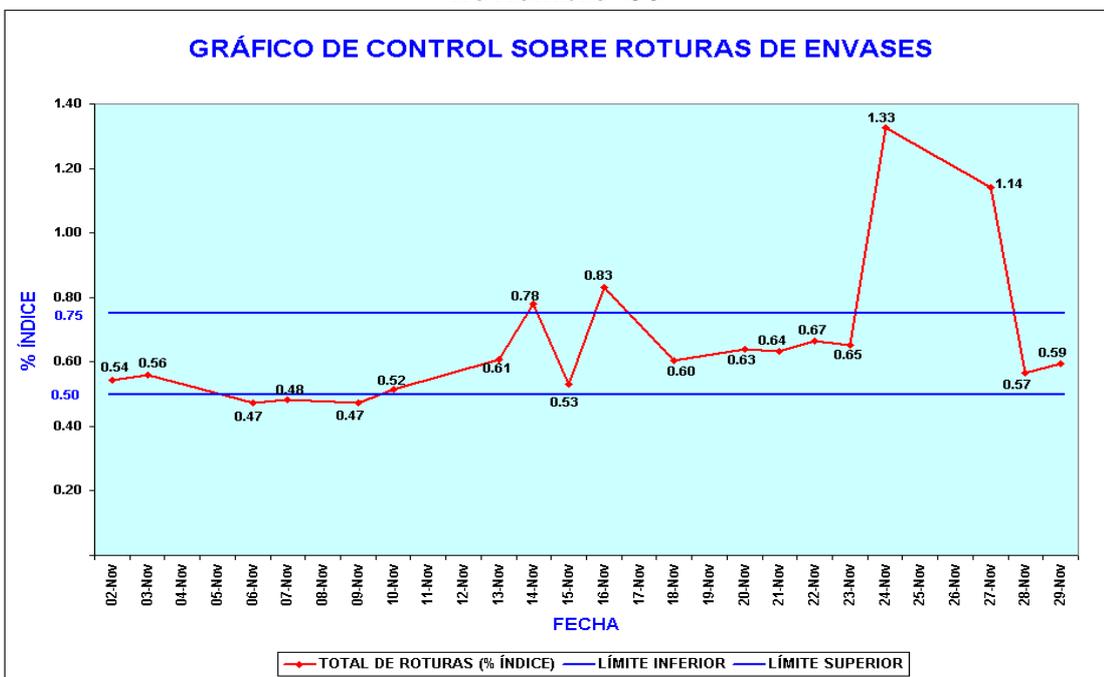
ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESENCAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
02-Nov-06	0.04	0.41	0.00	0.06	0.01	0.54	0.50	0.75
03-Nov-06	0.03	0.45	0.01	0.05	0.01	0.56	0.50	0.75
06-Nov-06	0.00	0.39	0.01	0.03	0.01	0.47	0.50	0.75
07-Nov-06	0.01	0.40	0.01	0.04	0.02	0.48	0.50	0.75
09-Nov-06	0.03	0.33	0.02	0.05	0.00	0.47	0.50	0.75
10-Nov-06	0.00	0.42	0.01	0.04	0.03	0.52	0.50	0.75
13-Nov-06	0.00	0.49	0.00	0.04	0.02	0.61	0.50	0.75
14-Nov-06	0.02	0.65	0.02	0.02	0.02	0.78	0.50	0.75
15-Nov-06	0.00	0.48	0.01	0.01	0.01	0.53	0.50	0.75
16-Nov-06	0.00	0.71	0.01	0.09	0.00	0.83	0.50	0.75
18-Nov-06	0.02	0.49	0.02	0.04	0.00	0.60	0.50	0.75
20-Nov-06	0.06	0.40	0.00	0.10	0.02	0.64	0.50	0.75
21-Nov-06	0.03	0.50	0.01	0.05	0.01	0.63	0.50	0.75
22-Nov-06	0.04	0.48	0.01	0.08	0.00	0.67	0.50	0.75
23-Nov-06	0.02	0.45	0.01	0.08	0.06	0.65	0.50	0.75
24-Nov-06	0.03	1.01	0.00	0.22	0.00	1.33	0.50	0.75
27-Nov-06	0.07	0.84	0.02	0.12	0.03	1.14	0.50	0.75
28-Nov-06	0.04	0.39	0.00	0.10	0.00	0.57	0.50	0.75
29-Nov-06	0.02	0.49	0.01	0.06	0.00	0.59	0.50	0.75

TOTALES	0.03	0.49	0.02	0.06	0.02	0.61		
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--	--

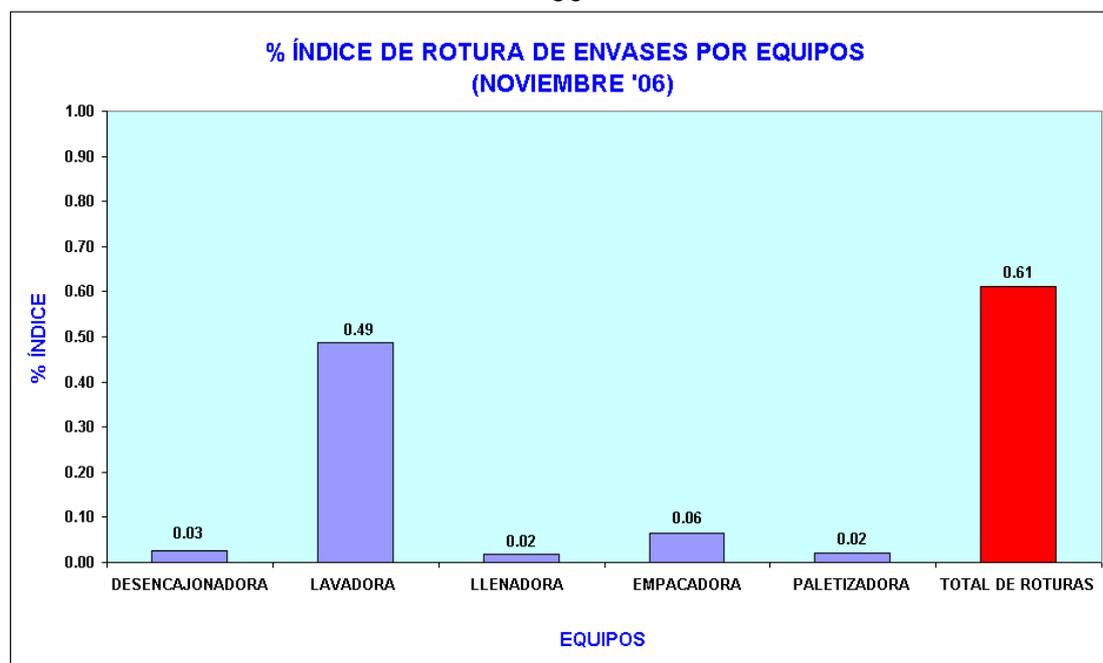
Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

Figura 67. Gráfico rotura de envases por equipos del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXIII. Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de diciembre '06

GRÁFICOS DE CONTROL

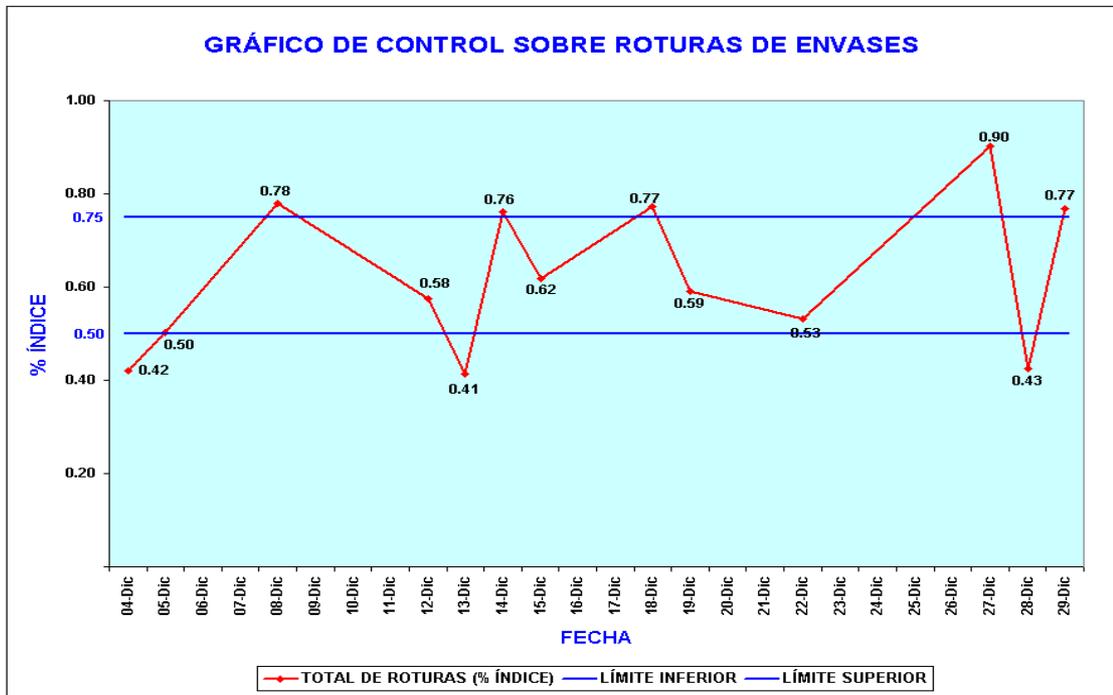
ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESENCAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
04-Dic-06	0.01	0.37	0.01	0.02	0.00	0.42	0.50	0.75
05-Dic-06	0.01	0.46	0.00	0.02	0.00	0.50	0.50	0.75
08-Dic-06	0.04	0.64	0.03	0.05	0.00	0.78	0.50	0.75
12-Dic-06	0.03	0.46	0.01	0.06	0.00	0.58	0.50	0.75
13-Dic-06	0.03	0.31	0.01	0.05	0.00	0.41	0.50	0.75
14-Dic-06	0.04	0.61	0.03	0.05	0.01	0.76	0.50	0.75
15-Dic-06	0.04	0.48	0.01	0.05	0.02	0.62	0.50	0.75
18-Dic-06	0.04	0.62	0.01	0.05	0.02	0.77	0.50	0.75
19-Dic-06	0.01	0.51	0.01	0.03	0.00	0.59	0.50	0.75
22-Dic-06	0.01	0.46	0.01	0.01	0.01	0.53	0.50	0.75
27-Dic-06	0.00	0.82	0.00	0.01	0.00	0.90	0.50	0.75
28-Dic-06	0.00	0.39	0.00	0.01	0.00	0.43	0.50	0.75
29-Dic-06	0.00	0.67	0.01	0.03	0.00	0.77	0.50	0.75

TOTALES	0.03	0.49	0.02	0.04	0.01	0.59		
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--	--

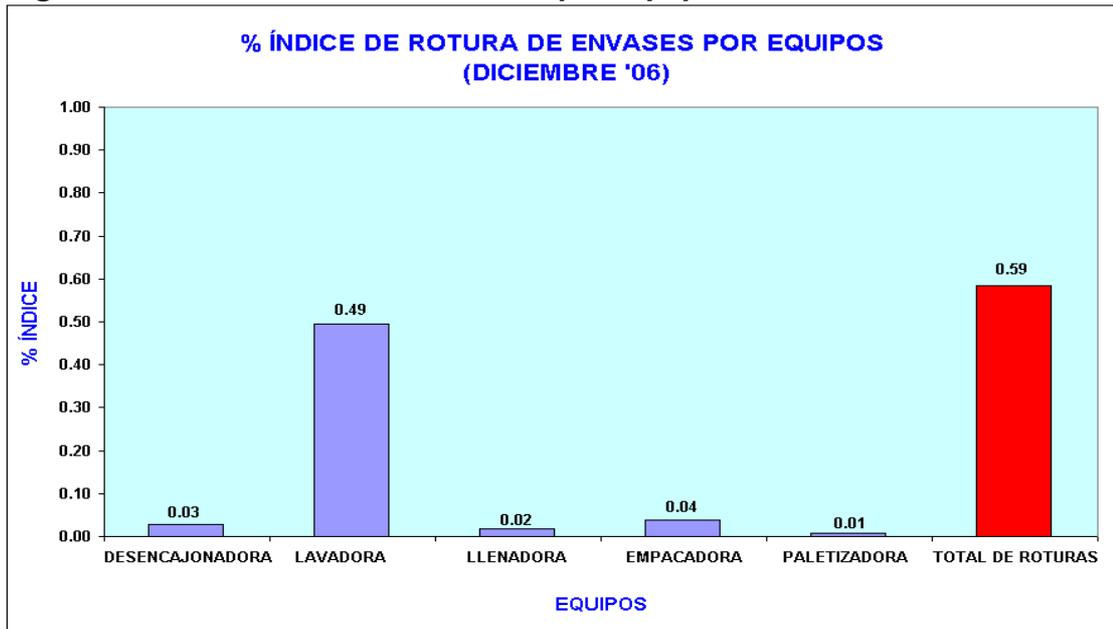
Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

Figura 69. Gráfico rotura de envases por equipos del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Utilización de las herramientas de diagnóstico para determinar la causa raíz a problemas identificados causantes de desperdicio de envase retornable.

Después de haber realizado el diagrama causa – efecto, se procede a identificar cuales son las principales causas que provocan el desperdicio de envase retornable. Cuando se habla de desperdicio de envase retornable, se hace referencia al envase sucio, bajo nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envases.

Para realizar este proceso, primero se procede a priorizar las causas, las cuales se obtienen del diagrama de causa – efecto que se realizó. Las causas seleccionadas se seleccionaron conjuntamente con los representantes de los departamentos de mantenimiento, control de calidad y producción. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

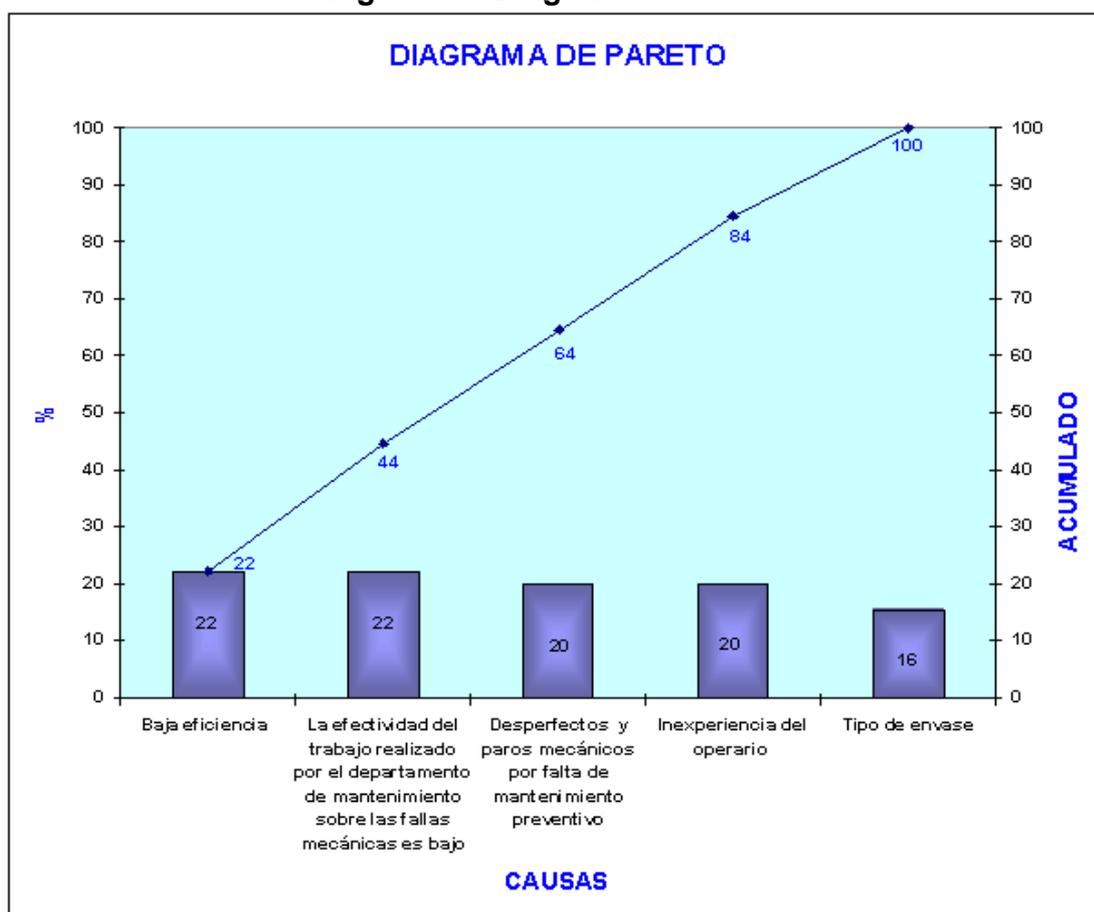
Tabla XXXIV. Tabla de priorización de causas

CAUSA PRINCIPAL	PRIORIDAD	%	ACUMULADO
Baja eficiencia	10	22	22
La efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas es bajo	10	22	44
Desperfectos y paros mecánicos por falta de mantenimiento preventivo	9	20	64
Inexperiencia del operario	9	20	84
Tipo de envase	7	16	100

Fuente: Elaboración propia

Realizada la priorización de causas, se procede a elaborar el diagrama de pareto, el cual indicará cuáles son las principales causas que provocan el desperdicio de envase retornable:

Figura 70. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

4.1.7.1. Elaboración del plan de acción

A continuación se presenta un plan general de acción, el cual abarca todas las acciones de mejora para atacar las causas descritas en el diagrama de Pareto y poder minimizar el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA. Además de la descripción del hallazgo, las causas y las acciones, se tiene el indicador de medición de la acción, a los responsables de ejecutarlas y el resultado del seguimiento.

Tabla XXXV. Plan de acción
PLAN DE ACCIÓN
MINIMIZAR EL DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE

FECHA DE INICIO DEL PLAN: Noviembre 2006						
HALLAZGO	CAUSA	ACCIÓN	INDICADOR DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE LA ACCIÓN	RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO	
Desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA	Baja eficiencia	1	Verificar cuales son los problemas que se tienen al arranque de producción en las líneas para evitar el desperdicio de envases retornables estabilizando la línea de producción.	Minimizar los problemas de arranque a través de acciones correctivas y/o preventivas.	Supervisores de producción	
		2	Que los arranques de producción sean tempranos y puntuales logrando estabilizar la línea de producción.	100% de puntualidad en los arranques de línea (7:00 A.M.)	Supervisor de calidad	
		3	Monitorear donde se genera demasiado desperdicio de envase retornable, a través de los gráficos de control.	Mantener dentro de los límites de control los datos correspondientes al desperdicio de envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envases.	Jefe de producción	
	b	La efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas es bajo	1	Mantenimiento elaborará un plan de trabajo acorde al reporte de fallas entregado por los operadores de producción, asignando el personal y repuestos necesarios.	100 % de actividades de atención a fallas bien realizadas.	Jefe de producción, supervisores de producción, supervisores de taller y Jefe de mantenimiento
	c	Desperfectos y paros mecánicos por falta de mantenimiento preventivo	1	Que el operario de la máquina sea el encargado de darle su mantenimiento preventivo.	100% de tareas programadas en el formato mantenimiento preventivo a equipos bien realizadas.	Operarios
			2	Que el departamento de mantenimiento evalúe el funcionamiento de los equipos y detecte desperfectos mecánicos que pueden repercutir durante las producciones.	0% de presencia de desperfectos mecánicos.	Jefe y supervisores de mantenimiento mecánico
	d	Inexperiencia del operario	1	Otorgar la capacitación necesaria al operario en el uso de su máquina.	100% de personal operativo capacitado.	Jefe de producción, supervisores y operadores de equipos
			2	Evaluar el rendimiento del operador y del equipo en cuanto al desperdicio de envase por máquina.	Mantener dentro de los límites de control, los datos correspondientes a la rotura de envase por equipos (desencajadora, lavadora, llenadora, empacadora y paletizadora).	Jefe y supervisores de producción
	e	Tipo de envase	1	Monitorear el comportamiento del envase en su recorrido por el proceso de producción.	El presente proyecto se aplica al envase de 354 ml. ó 12 onzas usado para la producción de Coca Cola.	Jefe de producción, supervisores y operadores de equipos

Los resultados de estos indicadores se revisan todos los lunes

Fuente: Elaboración propia

4.1.7.2. Ejecución de actividades de plan de acción y mejoramiento

En este apartado, se indican todas las actividades y acciones que se deben ejecutar para minimizar el desperdicio de envase retornable, con base a las causas raíces que se indicaron en el plan de acción generado.

a. Ejecución de actividades y acciones para mejorar la eficiencia

- Acción a implementar

1. Verificar cuales son los problemas que se tienen al arranque de producción en las líneas, para evitar el desperdicio de envase retornable logrando estabilizar la línea de producción.
2. Que los arranques de producción sean tempranos y puntuales logrando estabilizar la línea de producción.

- Indicador de medición

- Minimizar los problemas de arranque a través de acciones correctivas y/o preventivas.
- 100% de puntualidad en los arranques de línea (7:00 A.M.)

- Procedimiento de implementación de acciones

Establecer un control de arranques de producción. Dicho control debe contener lo siguiente:

- Día: Se debe anotar el día de la fecha de producción.
- Hora programada de arranque: Este dato será 7:00 A.M.
- Hora de arranque: Se debe colocar la hora de arranque de la línea.
- Desempacadora, lavadora, llenadora, *video jet*, empacadora, paletizadora, transportadores, *carbo cooler*, operarios y suministros: Se debe colocar el tiempo de retraso de inicio de la producción y detalle del problema del equipo que ocasionó el paro.

Los problemas que se ocasionan paros al arranque, únicamente van relacionados a aquellos que provocan desperdicio de envase retornable (envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase).

- Graficar los paros mecánicos en términos de tiempo (minutos).
- Graficar el control de arranques con base a la hora programada de arranque.
- Este control debe ser llenado diariamente por el supervisor de control de calidad, conjuntamente con el supervisor de producción.

A continuación se presenta la implementación del control de arranques de producción a través de una prueba piloto, correspondientes a los meses de noviembre y diciembre, de 2006.

Tabla XXXVI. Control de arranques de producción del mes de noviembre '06

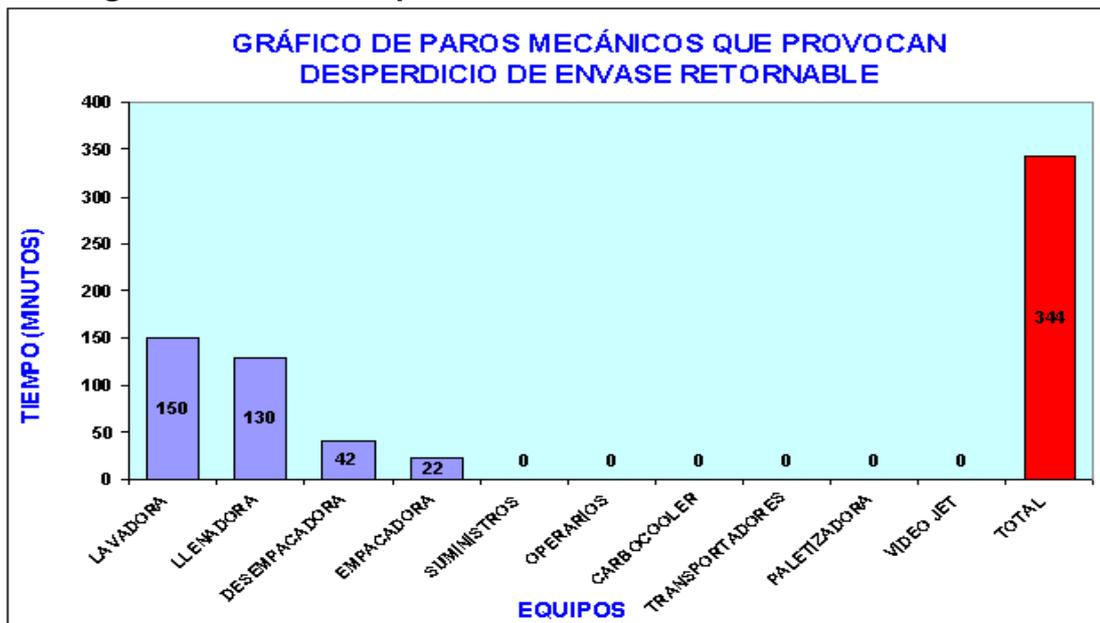
CONTROL DE ARRANQUES DE PRODUCCIÓN

MES: **NOVIEMBRE '06**

DÍA	HORA PROGRAMADA DE ARRANQUE	HORA DE ARRANQUE	DEEMPACADORA		LAVADORA		LLENADORA		VIDEO JET		EMPACADORA		PALETIZADORA		TRANSPORTADORES		CARBO COOLER		OPERARIOS		SUMINISTROS	
			TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA
1	07:00																					
2	07:00	07:21			21	Temperatura																
3	07:00	07:34			34	Bomba de soda																
4	07:00																					
5	07:00																					
6	07:00	07:41					41	Cañas														
7	07:00	07:14			14	Bolsillos																
8	07:00																					
9	07:00	07:00																				
10	07:00	07:29			29	Bomba de soda																
11	07:00																					
12	07:00																					
13	07:00	07:00																				
14	07:00	07:21					21	Contrapesión sobre el envase														
15	07:00	07:00																				
16	07:00	07:00																				
17	07:00																					
18	07:00	07:00																				
19	07:00																					
20	07:00	08:05			35	Campanas Bomba de soda	30	Cañas														
21	07:00	07:17			17																	
22	07:00	07:22								22	Elevador											
23	07:00	07:00																				
24	07:00	07:00																				
25	07:00																					
26	07:00																					
27	07:00	07:38					38	Cañas														
28	07:00	07:42	42	Tulpas																		
29	07:00	07:00																				
30	07:00																					
31	07:00																					

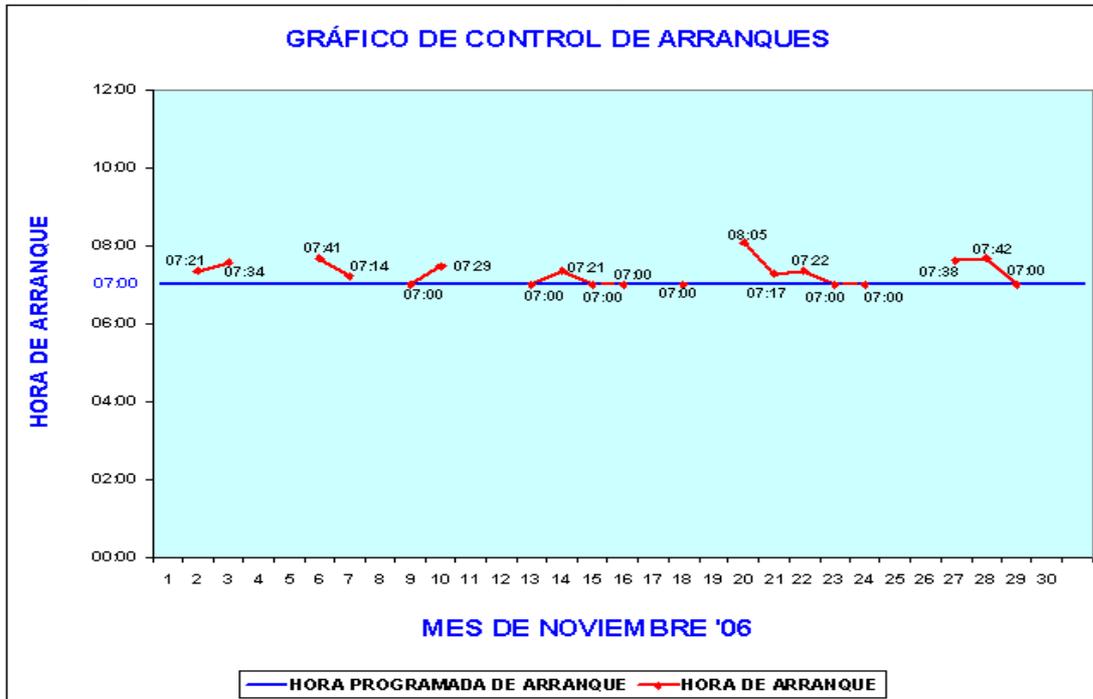
Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Gráfico de paros mecánicos del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Gráfico de control de arranques del mes de noviembre '06



Fuente: Elaboración propia

- Resultados de las acciones

Se realizó una prueba piloto sobre las acciones a implementar, obteniendo los siguientes resultados en el mes de noviembre '06.

• Noviembre '06

- ▶ El total de minutos perdidos por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable fue de 344 minutos, lo que equivale a 5 horas con 44 minutos.
- ▶ El total de arranques tardíos en el mes de noviembre fue de 11.
- ▶ El total de desperdicio de envase retornable en el mes de noviembre '06 fue de 47.20 cajas. El detalle se muestra a continuación:

Tabla XXXVII. Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de noviembre '06

DESPERDICIO	NOVIEMBRE '06
ENVASE SUCIO	6.05
NIVEL DE LLENADO	15.15
PRODUCTO DEFECTUOSO	8.13
DEFECTOS FÍSICOS	1.05
ROTURA DE ENVASE	16.06
TOTALES	47.20

Fuente: Elaboración propia

- ▶ Los problemas debidos al arranque, provocan inestabilidad en los equipos de la línea, lo cual ocasiona el desperdicio de producto y de envase retornable. A continuación se muestra esa relación:

Tabla XXXVIII. Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de noviembre '06

EQUIPO	FALLA	TIPO DE DESPERDICIO
Desempacadora	Tulipas	Rotura de envase
Lavadora	Temperatura	Defectos físicos
	Bomba de soda	Envase sucio
	Bolsillos	Rotura de envase
	Campanas	Rotura de envase
Llenadora	Cañas	Nivel de llenado y Producto defectuoso
Empacadora	Elevador	Rotura de envase

Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado los gráficos anteriores, se procede a atacar las causas que dieron origen a retardar el arranque de línea, a través de propuestas de mejora, siendo éstas las siguientes:

- I. **El departamento de producción, organizó una reunión con todos los operarios, a quienes se les indicó el apoyo al no desperdicio de envase retornable, logrando de lo anterior, que cada uno de ellos indicara los problemas de que padecen sus equipos al inicio del arranque.**

También se logró que aportaran ideas para mejorar el funcionamiento de los equipos (desencajonadora, lavadora, llenadora, encajonadora y paletizadora), logrando lo siguiente:

- Después de una jornada de producción, deben chequear que no tengan ningún desperfecto que provoque desperdicio de envase para no repercutir en el inicio de otra producción. Esto aplica a todos equipos.
- En la desencajonadora, el operador se comprometió a revisar las tulipas y las campanas de sujeción del envase, el ajuste de altura, la presión que ejerce el equipo sobre las tulipas y el transportador de envase.

Figura 73. Revisión de la presión que ejerce la tulipa sobre el envase antes del arranque de producción en el equipo desempacadora



Fuente: Investigación de campo

- En la lavadora, el operador se comprometió a revisar los bolsillos de los canchales y la temperatura asignada para el lavado de envase. Un desperfecto en uno de estos aspectos, provocaría desperdicio de envase en el arranque y en el resto de la producción causando inestabilización de línea.

Figura 74. Revisión de temperatura para evitar sobrecalentamiento de envases y se quiebren



Fuente: Investigación de campo

- En la llenadora, el operador se comprometió a revisar los cilindros que contienen al envase en el momento del llenado, la presión, los empaques, los ajustes de altura de las cañas y válvulas de llenado, así mismo el capsulador y coronador. También debe verificar el nivel de tazón, la pista de *snift*, las válvulas de cierre, la posición del flote, la altura entre el tubo de venteo y parte superior del envase, las plataformas, las estrellas de cambios de presentación para evitar desperfectos en el tazón (lugar donde pasa el envase hacia las cañas de llenado), todo esto para evitar el desperdicio por bajo nivel y producto defectuoso durante el arranque de línea.

Figura 75. Revisión de cambio de presentación



Fuente: Investigación de campo

Figura 76. Revisión de estrellas de cambios de presentación



Fuente: Investigación de campo

- En la encajonadora, el operador se comprometió a revisar la cadena de del transportador de cajilla, el elevador de despliegue del envase sobre la cajilla, las guías de movimiento de envase, los cabezales y avanzador de cajilla.

Figura 77. Revisión del cabezal y guías de movimiento de envase



Fuente: Investigación de campo

- En la paletizadora, el operador se comprometió a revisar las bandas transportadoras de cajillas, las compuertas de sujeción de cajillas para formar tarimas, los moto reductores de ascensores de tarimas vacías y llenas y los transportadores de tarima llena.

Figura 78. Revisión del circuito eléctrico de los ascensores, para ser conectados a los moto reductores de los elevadores de tarima



Fuente: Investigación de campo

II. El departamento de mantenimiento, apoyó en la labor de atender las fallas reportadas por desperfectos mecánicos en los equipos de línea, antes de los arranques.

Implementadas estas acciones, se procedió a realizar otra prueba piloto, en la cual los arranques fueron efectivos, con eso se ha logrado estabilizar la línea dando como resultado una minimización en el desperdicio de envase retornable durante el mes de diciembre '06.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla XXXIX. Control de arranques de producción del mes de diciembre '06

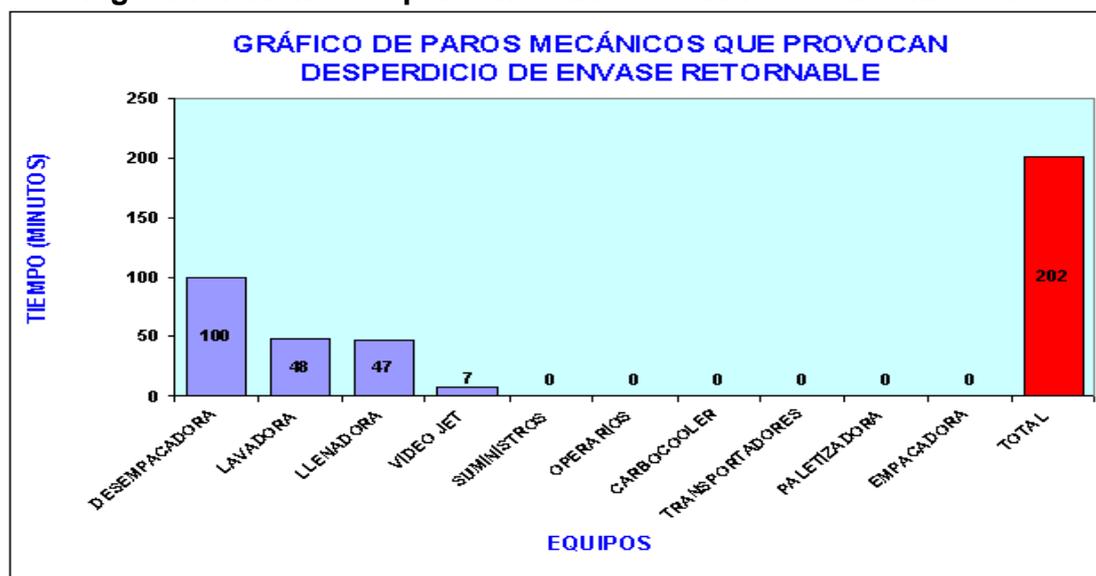
CONTROL DE ARRANQUES DE PRODUCCIÓN

MES: DICIEMBRE '06

DÍA	HORA PROGRAMADA DE ARRANQUE	HORA DE ARRANQUE	DESEMPACADORA		LAVADORA		LLENADORA		VIDEO JET		EMPACADORA		PALETIZADORA		TRANSPORTADORES		CARBO COOLER		OPERARIOS		SUMINISTROS		
			TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO
1	12:00	12:00																					
2	07:00																						
3	07:00																						
4	07:00	07:22			15	Bomba			7	Código													
5	07:00	06:50																					
6	07:00	06:50																					
7	07:00	07:33			33	Bomba																	
8	07:00	06:57																					
9	07:00																						
10	07:00																						
11	07:00	07:00																					
12	07:00	07:47					47	Válvulas															
13	07:00	06:48																					
14	07:00	07:00																					
15	07:00	08:40	100	Transportador																			
16	07:00																						
17	07:00																						
18	07:00	06:47																					
19	07:00	06:47																					
20	07:00	07:00																					
21	07:00	06:53																					
22	07:00																						
23	07:00																						
24	07:00																						
25	07:00																						
26	07:00	07:00																					
27	07:00	06:50																					
28	07:00	06:47																					
29	07:00	07:00																					
30	07:00	07:00																					
31	07:00																						

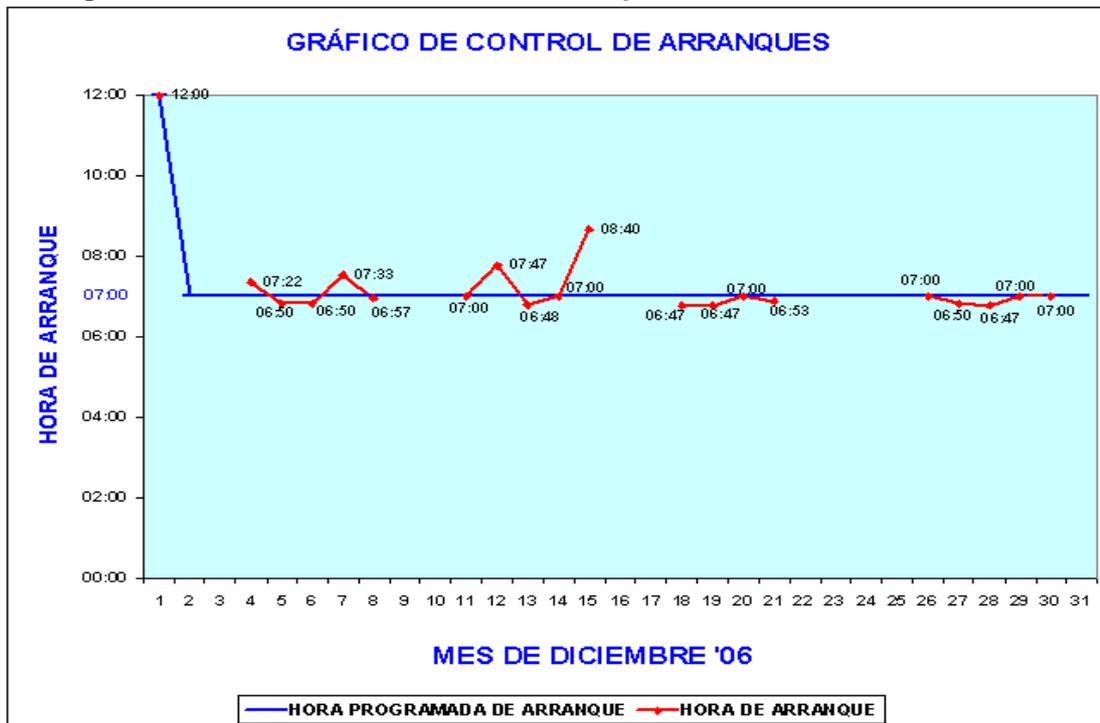
Fuente: Elaboración propia

Figura 78. Gráfico de paros mecánicos del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

Figura 80. Gráfico de control de arranques del mes de diciembre '06



Fuente: Elaboración propia

- Resultados de las acciones

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la segunda prueba piloto, que se realizó en el mes de diciembre '06 con las mejoras implementadas:

• Diciembre '06

- ▶ El total de minutos perdidos por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable fue de 202 minutos, lo que equivale a 3 horas con 22 minutos.
- ▶ El total de arranques tardíos en el mes de diciembre fue de 4.

- ▶ El total de desperdicio de envase retornable en el mes de diciembre '06 fue de 33.00 cajas. El detalle se muestra a continuación:

Tabla XL. Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de diciembre '06

DESPERDICIO	DICIEMBRE '06
ENVASE SUCIO	3.12
NIVEL DE LLENADO	11.01
PRODUCTO DEFECTUOSO	6.01
ROTURA DE ENVASE	12.10
TOTALES	33.00

Fuente: Elaboración propia

- ▶ Los problemas debidos al arranque, provocan inestabilidad en los equipos de la línea, lo cual ocasiona el desperdicio de producto y de envase retornable. A continuación se muestra esa relación:

Tabla XLI. Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de diciembre '06

EQUIPO	FALLA	TIPO DE DESPERDICIO
Desempacadora	Transportador	Rotura de envase
Lavadora	Bomba de soda	Envase sucio
Llenadora	Válvulas de llenado	Bajo nivel
Video Jet	Falta de código	Producto defectuoso (recuperable)

Fuente: Elaboración propia

Comparación de resultados (noviembre – diciembre '06)

- Se redujo el tiempo ocasionado por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea que provocan desperdicio de envase retornable en un 41.28% en relación al mes de noviembre '06. Esto equivale que de 344 minutos (mes de noviembre) se redujo a 202 minutos (mes de diciembre), lo cual da una diferencia de 142 minutos (2 horas 22 minutos).

- Los tiempos de arranque han sido efectivos, ya que de 11 atrasos (mes de noviembre) se redujo a 4 (mes de diciembre).
- Se logró minimizar el desperdicio de envase retornable en un 28.94%, lo que indica que de 47.20 cajas (mes de noviembre) se redujo a 33.00 (mes de diciembre).

Para mejorar aún más los resultados del mes de enero, febrero y marzo '07, se implementaron las siguientes acciones:

III. Evaluación de válvulas de llenado

Una válvula de llenado, es aquella que permite transitar el jarabe terminado de la bomba de administración a la caña de llenado, a través de una presión controlada. Una válvula fuera de posición, significa que está torcida, ocasionando que la caña de llenado no entre en posición centrada sobre la botella, lo cual genera espumeo o bajo nivel de llenado por falta de presión de jarabe. En consecuencia de lo anterior se tiene desperdicio de envase retornable y de producto.

Para evitar la consecuencia anterior, se propuso que las válvulas fueran evaluadas por los departamentos de mantenimiento, control de calidad y producción, misma que consistió en verificar la reparación, ajustes, calibración, posición y funcionamiento de la presión antes y durante las operaciones de producción. La mejora se ve reflejada en el gráfico de control de arranques, gráfico de comportamiento de la eficiencia y gráfico de control de nivel de llenado del mes de enero, febrero y marzo '07.

A continuación se muestra el procedimiento propuesto de mejora en la evaluación de válvulas de llenado:

Figura 81. Reparación de válvulas de llenado por el personal de mantenimiento



Fuente: Investigación de campo

Figura 82. Reparación y ajustes a las válvulas de llenado antes de operación por el operador de llenadora



Fuente: Investigación de campo

Figura 83. Inspección final sobre las válvulas de llenado antes de operación por el supervisor de producción y mecánico de línea



Fuente: Investigación de campo

Figura 84. Saneamiento de las válvulas de llenado después de ajustes y verificación por el laboratorio de control de calidad



Fuente: Investigación de campo

Figura 85. Entrega de válvulas de llenado saneadas por el laboratorio de control de calidad al operador de llenadora



Fuente: Investigación de campo

Figura 86. Evaluación de posición de válvula en llenadora durante operación



Fuente: Investigación de campo

IV. Evaluación de cañas de llenado

La evaluación de cañas de llenado, consiste en verificar las alturas de las mismas a una posición nominal dentro de las botellas. La función de una caña es transitar el jarabe terminado de la válvula de llenado hacia la botella, lo cual indica que si una caña no está ajustada, la misma provocará que llene la botella por debajo de su nivel, ocasionando el desperdicio del envase en la operación y de producto terminado.

Pero también puede provocar un llenado de la botella por encima del nivel provocando un bajo rendimiento de jarabe.

Como propuesta de mejora, las cañas fueron evaluadas y ajustadas antes de la operación de llenado (fuera de la válvula) y durante la actividad de producción. La mejora se ve reflejada en el gráfico de control arranques, gráfico de comportamiento de la eficiencia y gráfico de control de nivel de llenado del mes de enero, febrero y marzo '07.

A continuación se muestra el procedimiento propuesto de mejora en la evaluación de cañas, para evitar desperdicio de envase retornable por bajo nivel de llenado.

Figura 87. Ajustes a las cañas antes de operación por el operador de llenadora



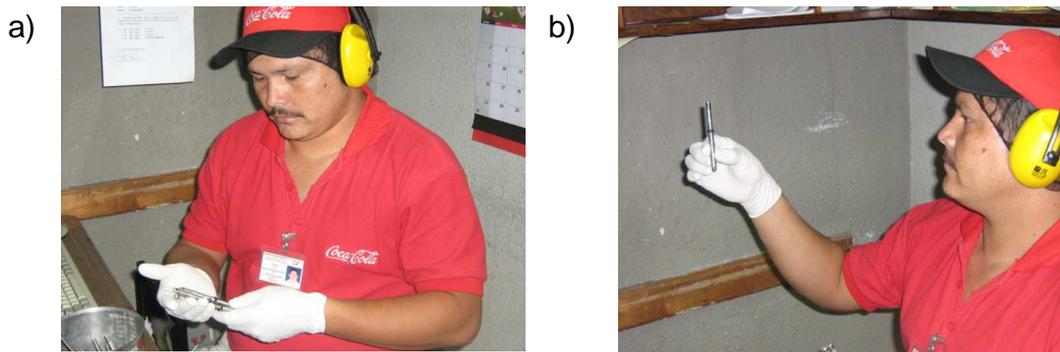
Fuente: Investigación de campo

Figura 88. Evaluación de altura de cañas



Fuente: Investigación de campo

Figura 89. Verificación de altura de cañas por el supervisor de producción



Fuente: Investigación de campo

Figura 90. Saneamiento de las cañas de llenado después de ajustes y verificación por el laboratorio de control de calidad



Fuente: Investigación de campo

Figura 91. Entrega de cañas de llenado saneadas por el laboratorio de control de calidad al supervisor de producción



Fuente: Investigación de campo

Figura 92. Ajuste de altura de cañas en las válvulas de llenado durante operación



Fuente: Investigación de campo

Implementadas estas acciones, además de darle seguimiento a las del mes de diciembre '06, los arranques se mantuvieron consistentes con respecto a la hora de arranque (7:00 A.M.), dando como resultado una minimización en el desperdicio de envase retornable durante el mes de enero, febrero y marzo '07, a través de una rápida estabilización de línea.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla XLII. Control de arranques de producción del mes de enero '07

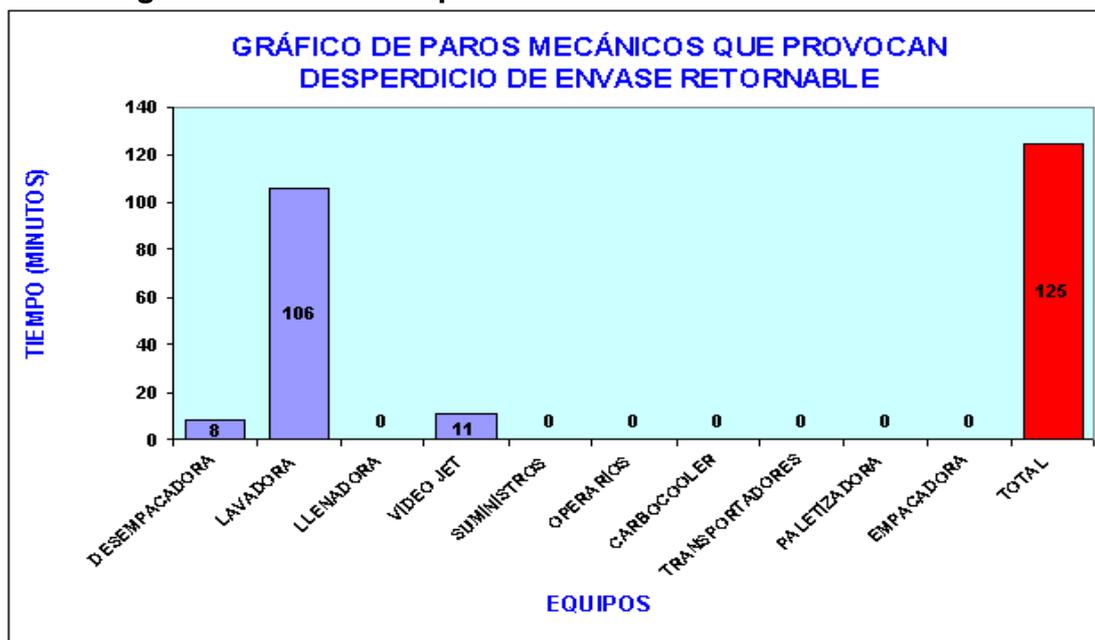
CONTROL DE ARRANQUES DE PRODUCCIÓN

MES: ENERO '07

DÍA	HORA PROGRAMADA DE ARRANQUE	HORA DE ARRANQUE	DESEMPACADORA		LAVADORA		LLENADORA		VIDEO JET		EMPACADORA		PALETIZADORA		TRANSPORTADORES		CARBO COOLER		OPERARIOS		SUMINISTROS		
			TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO
1	07:00																						
2	07:00	07:22			11	Bomba			11	Código													
3	07:00	07:08	8	Tulpas																			
4	07:00	06:53																					
5	07:00	06:52																					
6	07:00	06:54																					
7	07:00																						
8	07:00	07:00																					
9	07:00	06:53																					
10	07:00	06:52																					
11	07:00	06:56																					
12	07:00	06:51																					
13	07:00																						
14	07:00																						
15	07:00	08:20			80	Carjilones																	
16	07:00	06:52																					
17	07:00	07:00																					
18	07:00	06:57																					
19	07:00	06:58																					
20	07:00	06:55																					
21	07:00																						
22	07:00	07:15			15	Temperatura																	
23	07:00	06:48																					
24	07:00	06:58																					
25	07:00	07:00																					
26	07:00	06:49																					
27	07:00	06:45																					
28	07:00																						
29	07:00	07:00																					
30	07:00	06:57																					
31	07:00	07:00																					

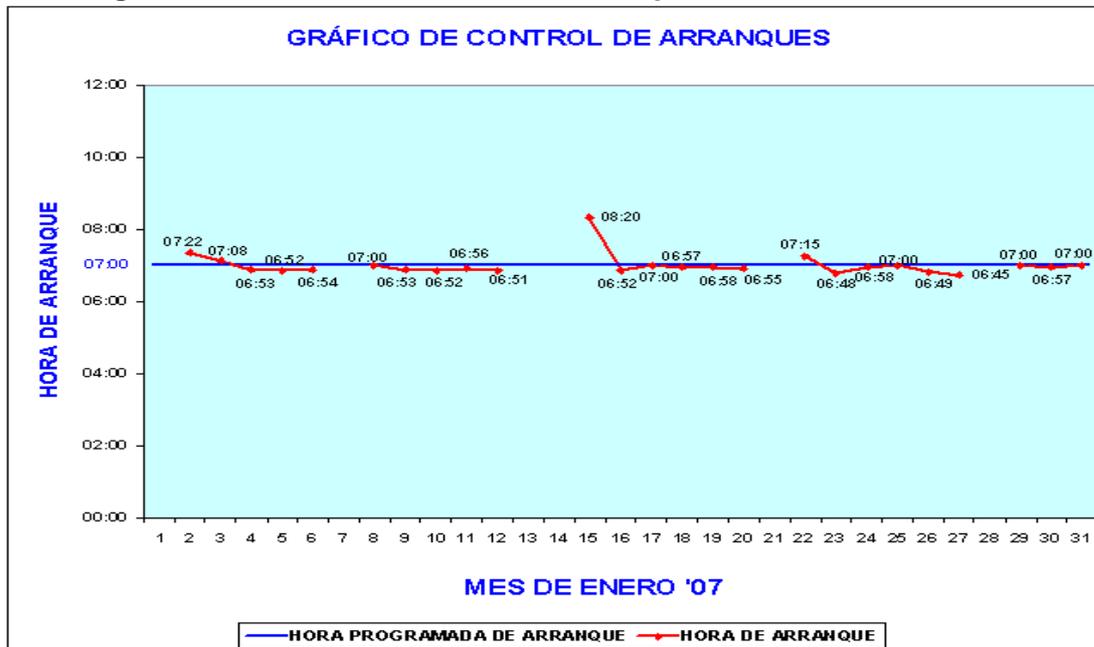
Fuente: Elaboración propia

Figura 93. Gráfico de paros mecánicos del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Figura 94. Gráfico de control de arranques del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla XLIII. Control de arranques de producción del mes de febrero '07

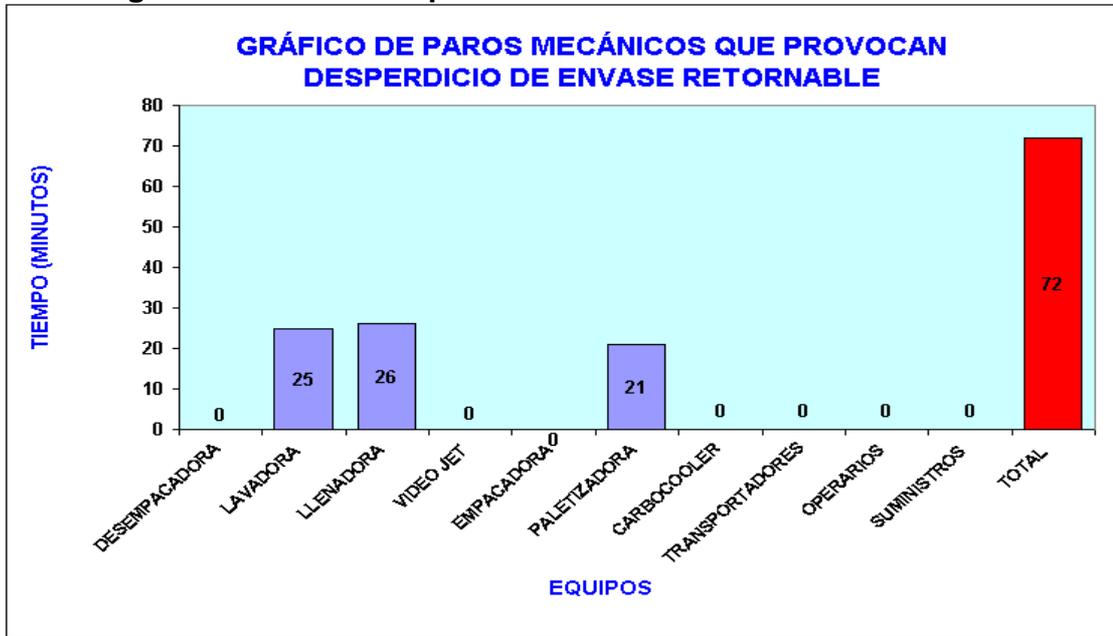
CONTROL DE ARRANQUES DE PRODUCCIÓN

MES: FEBRERO '07

DÍA	HORA PROGRAMADA DE ARRANQUE	HORA DE ARRANQUE	DESEMPACADORA		LAVADORA		LLENADORA		VIDEO JET		EMPACADORA		PALETIZADORA		TRANSPORTADORES		CARBO COOLER		OPERARIOS		SUMINISTROS	
			TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA
1	07:00	06:54																				
2	07:00																					
3	07:00																					
4	07:00																					
5	07:00	07:26					26	Cañas														
6	07:00	07:00																				
7	07:00																					
8	07:00	06:59																				
9	07:00																					
10	07:00																					
11	07:00																					
12	07:00	07:00																				
13	07:00	07:00																				
14	07:00	06:57																				
15	07:00	06:58																				
16	07:00	07:00																				
17	07:00																					
18	07:00																					
19	07:00	07:25					25	Bolsillos														
20	07:00	07:00																				
21	07:00	06:58																				
22	07:00	07:15											21	Ascensor								
23	07:00																					
24	07:00																					
25	07:00																					
26	07:00	07:00																				
27	07:00	07:00																				
28	07:00																					

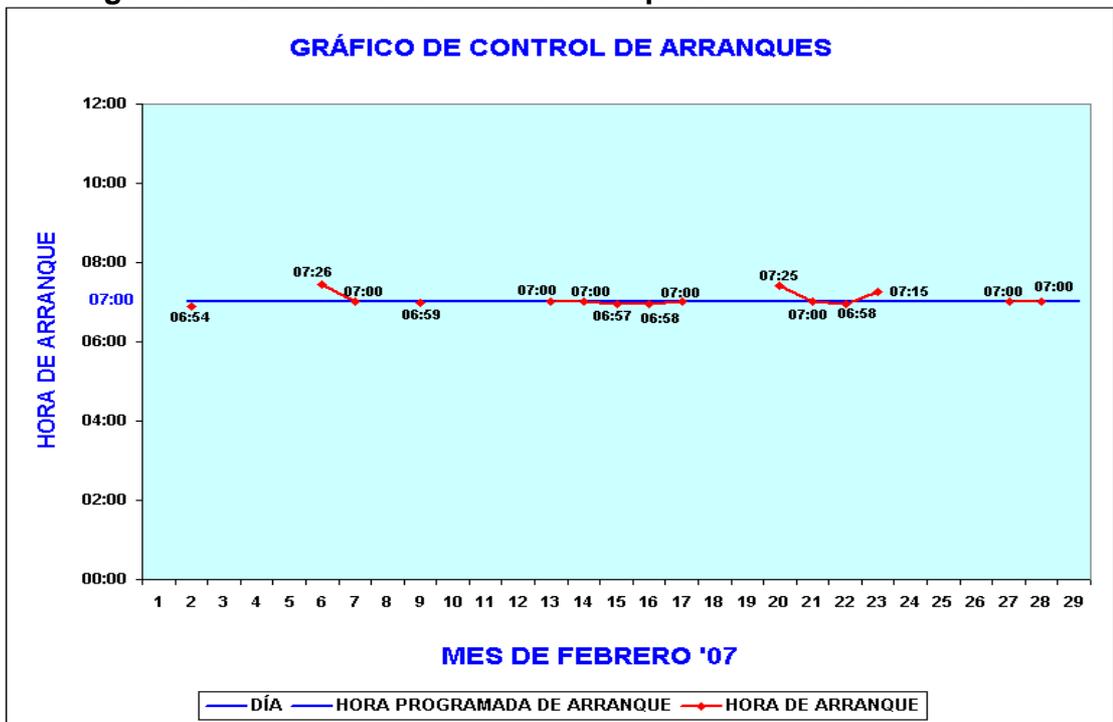
Fuente: Elaboración propia

Figura 95. Gráfico de paros mecánicos del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

Figura 96. Gráfico de control de arranques del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla XLIV. Control de arranques de producción del mes de marzo '07

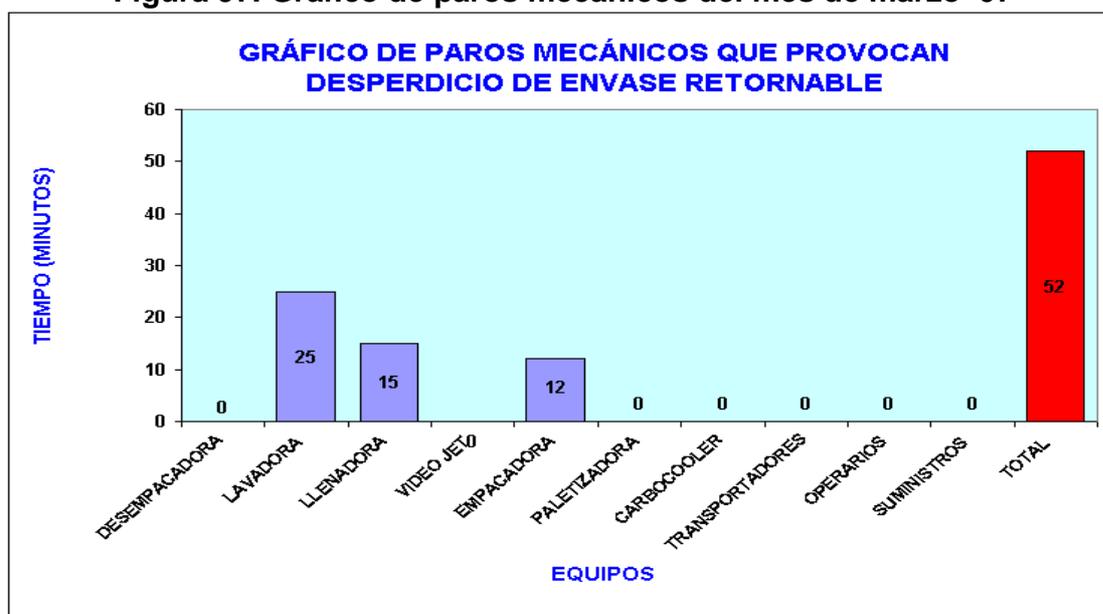
CONTROL DE ARRANQUES DE PRODUCCIÓN

MES: MARZO '07

DÍA	HORA PROGRAMADA DE ARRANQUE	HORA DE ARRANQUE	DESEMPACADORA		LAVADORA		LLENADORA		VIDEO JET		EMPACADORA		PALETIZADORA		TRANSPORTADORES		CARBO COOLER		OPERARIOS		SUMINISTROS		
			TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO	PROBLEMA	TIEMPO
1	07:00	07:00																					
2	07:00	06:58																					
3	07:00																						
4	07:00																						
5	07:00	06:59																					
6	07:00	07:15			25	Temperatura																	
7	07:00	07:00																					
8	07:00	07:00																					
9	07:00	06:59																					
10	07:00																						
11	07:00																						
12	07:00	07:00																					
13	07:00	06:58																					
14	07:00	06:55																					
15	07:00																						
16	07:00	07:00																					
17	07:00																						
18	07:00																						
19	07:00	07:09					15	Válvulas															
20	07:00	07:00																					
21	07:00	06:56																					
22	07:00	06:57																					
23	07:00	07:00																					
24	07:00	07:00																					
25	07:00																						
26	07:00																						
27	07:00	07:12									12	Elevador											
28	07:00	07:00																					
29	07:00																						
30	07:00	06:54																					
31	07:00																						

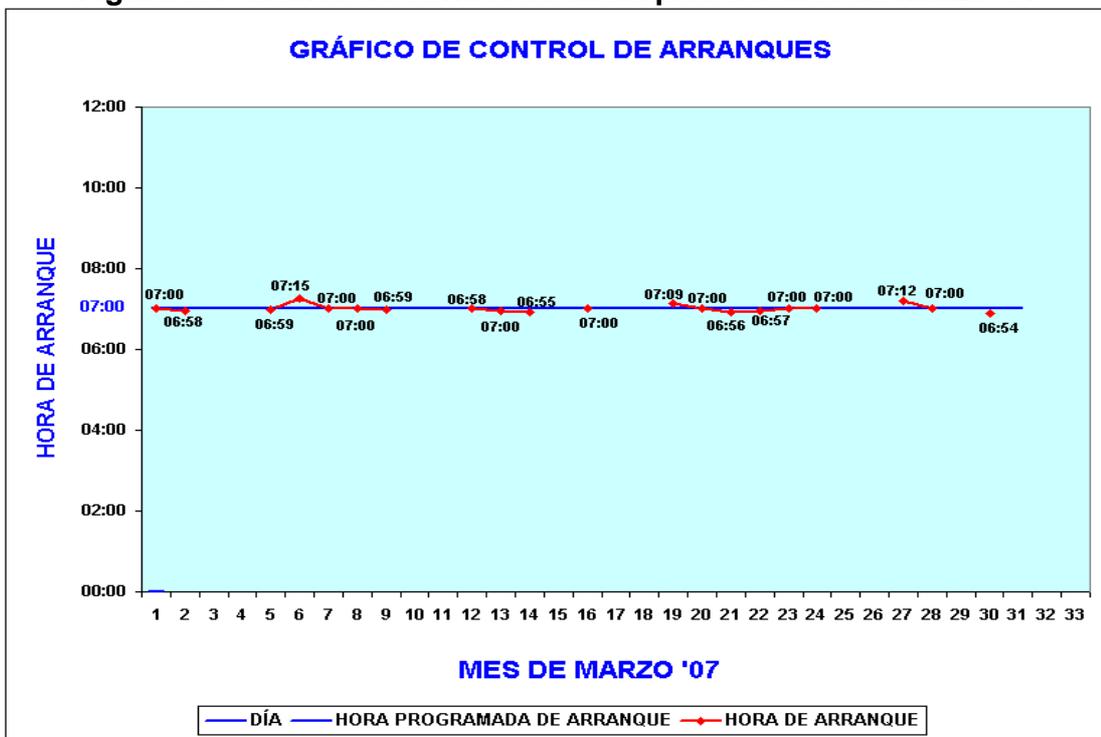
Fuente: Elaboración propia

Figura 97. Gráfico de paros mecánicos del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Figura 98. Gráfico de control de arranques del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

- **Resultados de las acciones (enero-febrero-marzo '07)**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las pruebas piloto realizadas en los meses de enero, febrero y marzo '07.

• **Enero '07**

- ▶ El total de minutos perdidos por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable fue de 125 minutos, lo que equivale a 2 horas con 5 minutos.
- ▶ El total de arranques tardíos en el mes de enero fue de 4.
- ▶ El total de desperdicio de envase retornable en el mes de enero '07 fue de 22.01 cajas. El detalle se muestra a continuación:

Tabla XLV. Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de enero '07

DESPERDICIO	ENERO '07
ENVASE SUCIO	2.12
DEFECTOS FÍSICOS	1.02
PRODUCTO DEFECTUOSO	6.01
ROTURA DE ENVASE	12.10
TOTALES	22.01

Fuente: Elaboración propia

- ▶ Los problemas debidos al arranque, provocan inestabilidad en los equipos de la línea, lo cual ocasiona el desperdicio de producto y de envase retornable. A continuación se muestra esa relación:

Tabla XLVI. Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de enero '07

EQUIPO	FALLA	TIPO DE DESPERDICIO
Desempacadora	Tulipas	Rotura de envase
Lavadora	Bomba de soda	Envase sucio
	Canjilones	Rotura de envase
	Temperatura	Defectos físicos
Video Jet	Falta de código	Producto defectuoso (recuperable)

Fuente: Elaboración propia

- **Febrero '07**

- ▶ El total de minutos perdidos por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable fue de 72 minutos, lo que equivale a 1 hora con 12 minutos.
- ▶ El total de arranques tardíos en el mes de febrero fue de 4.
- ▶ El total de desperdicio de envase retornable en el mes de febrero '07 fue de 14.16 cajas. El detalle se muestra a continuación:

Tabla XLVII. Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de febrero '07

DESPERDICIO	FEBRERO '07
NIVEL DE LLENADO	7.02
ROTURA DE ENVASE	7.14
TOTALES	14.16

Fuente: Elaboración propia

- ▶ Los problemas debidos al arranque, provocan inestabilidad en los equipos de la línea, lo cual ocasiona el desperdicio de producto y de envase retornable. A continuación se muestra esa relación:

Tabla XLVIII. Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de febrero '07

EQUIPO	FALLA	TIPO DE DESPERDICIO
Lavadora	Bolsillo	Rotura de envase
Llenadora	Cañas	Bajo nivel
Paletizadora	Ascensor	Rotura de envase

Fuente: Elaboración propia

- **Marzo**

- ▶ El total de minutos perdidos por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable fue de 52 minutos.
- ▶ El total de arranques tardíos en el mes de marzo fue de 3.
- ▶ El total de desperdicio de envase retornable en el mes de marzo '07 fue de 10.23 cajas. El detalle se muestra a continuación:

Tabla XLIX. Detalle de desperdicio de envase retornable en arranques de producción durante el mes de marzo '07

DESPERDICIO	MARZO '07
DEFECTOS FÍSICOS	2.04
NIVEL DE LLENADO	0.13
ROTURA DE ENVASE	8.06
TOTALES	10.23

Fuente: Elaboración propia

- ▶ Los problemas debidos al arranque, provocan inestabilidad en los equipos de la línea, lo cual ocasiona el desperdicio de producto y de envase retornable. A continuación se muestra esa relación:

Tabla L. Relación entre problema o falla mecánica de los equipos con el desperdicio de envase retornable durante el mes de marzo '07

EQUIPO	FALLA	TIPO DE DESPERDICIO
Lavadora	Temperatura	Defecto físico
Llenadora	Válvulas	Bajo nivel
Empacadora	Elevador	Rotura de envase

Fuente: Elaboración propia

- Observaciones

Para obtener la cantidad de desperdicio de envase retornable en los arranques de producción, se utilizaron los formatos descritos en la sección 4.1.4.

- Resultados globales obtenidos

A continuación se presentan los resultados globales obtenidos de las pruebas piloto de los meses de noviembre y diciembre de 2006 y de enero, febrero y marzo de 2007:

- Se redujo el tiempo perdido por problemas o fallas mecánicas en los equipos de línea y que provocan desperdicio de envase retornable de 202 minutos del mes de diciembre '06 a 52 minutos en el mes de marzo '07, lo cual da una diferencia de 150 minutos (2 horas 30 minutos) y un % de reducción de 74.25%.
- A pesar que en el mes de enero y febrero '07, no se pudo reducir el número de arranques tardíos con respecto al mes de diciembre '06, los tiempos por problemas o fallas mecánicas que ocasionan pérdida de envase retornable fueron menores.

Mientras que en el mes de marzo, se logró reducir a 3 el número de arranques tardíos, reduciendo también el tiempo.

- A continuación se muestra una tabla de comparación de resultados de esta acción.

Tabla LI. Comparación de resultados en los arranques de producción

MES	TIEMPOS POR FALLAS (Min)	ARRANQUES TARDÍOS	DESPERDICIO DE ENVASE (Cajas)	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE
Noviembre '06	344	11	46.44	0.0349
Diciembre '06	202	4	33.00	0.0292
Enero '07	125	4	22.01	0.0147.
Febrero '07	72	4	14.16	0.0136
Marzo '07	52	3	10.23	0.0062

Fuente: Elaboración propia

- Acción a implementar

3. Monitorear donde se genera demasiado desperdicio de envase retornable, a través de los gráficos de control.

- Indicador de medición

- Mantener dentro de los límites de control, los datos correspondientes al desperdicio de envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envases.

- Procedimiento de implementación de acciones

- Primeramente se detectaron los lugares generadores de desperdicio de envase retornable (puntos de control), los cuales fueron los equipos de la línea 1, desencajadora, lavadora, llenadora, encajonadora y paletizadora (Ver sección 4.1.1.).

- Seguidamente se le aplicaron los gráficos de control a dichos equipos, dependiendo del tipo de desperdicio durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2006 (ver sección 4.1.6.).
- Después de haber monitoreado esos meses y haber elaborado propuestas de mejoras (ver inciso b sección 4.1.7.2.), se fijaron metas para el mes de enero, febrero y marzo de 2007, con respecto a los límites de control superior e inferior. Las metas que se propusieron fueron las siguientes:

Tabla LII. Descripción de metas sobre el desperdicio de envase retornable para el año 2007

TIPO DE DESPERDICIO	META 2006		META 2007
	LÍMITE INFERIOR (% índice)	LÍMITE SUPERIOR (% índice)	LÍMITE SUPERIOR (% índice)
Envase Sucio	0.15	0.22	0.15
Bajo Nivel	0.41	0.62	0.35
Defectos físicos	0.03	0.05	0.03
Producto defectuoso	0.30	0.40	0.11
Rotura de envase	0.50	0.75	0.50

Fuente: **Elaboración propia**

Como se pudo apreciar en la tabla, las metas de 2007 únicamente contienen el límite superior, ya que es el dato que va a ser monitoreado y comparado continuamente, respecto a las metas que se establezcan de la misma en adelante. Otra diferencia, es que las metas de 2007 son menores que las del 2006, debido a las mejoras implementadas para minimizar el desperdicio de envase retornable en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2006. Otro detalle a mencionar, es que la meta de rotura de envases fue modificada debido a que se asignaron metas individuales a los equipos de la línea. Esto se hizo con el propósito, de que para alcanzar la meta global (0.50 como índice), primeramente se deben cumplir las metas individuales por equipos.

A continuación se muestran las metas asignadas a los equipos de línea.

Tabla LIII. Descripción de metas sobre el desperdicio de envase retornable por roturas de equipos para el año 2007

ORIGEN DE ROTURA	META 2007
	LÍMITE SUPERIOR (% Índice)
Desencajonadora	0.03
Lavadora	0.48
Llenadora	0.02
Encajonadora	0.05
Paletizadora	0.02

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento de cálculo de metas

A continuación se presenta el procedimiento de los cálculos realizados, para obtener el límite superior en las metas para el año 2007.

• Envase sucio

Se determinaron los valores mínimos de los índices de desperdicio de envase sucio de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006. Dichos valores se obtuvieron de las gráficas de control de envase sucio:

Octubre = 0.15

Noviembre = 0.16

Diciembre = 0.12

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices mínimos de la siguiente forma:

Octubre = 0.15
Noviembre = 0.16
Diciembre = 0.12
Promedio = $0.43 / 3 = 0.1433 \approx 0.15$

Límite superior = 0.15

Este cálculo se realizó de esa forma, debido a que sí es posible lograr esos índices mínimos con las mejoras implementadas para disminuir el desperdicio de envase por suciedad.

- **Bajo nivel**

Se determinaron los valores mínimos de los índices de desperdicio de envase por bajo nivel de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006. Dichos valores se obtuvieron de las gráficas de control de nivel de llenado:

Octubre = 0.41
Noviembre = 0.30
Diciembre = 0.33

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices mínimos de la siguiente forma:

Octubre = 0.41
Noviembre = 0.30
Diciembre = 0.33
Promedio = $1.04 / 3 = 0.3467 \approx 0.35$

Límite superior = 0.35

Este cálculo se realizó de esa forma, debido a que sí es posible lograr esos índices mínimos con las mejoras implementadas para disminuir el desperdicio de envase por bajo nivel.

- **Defectos físicos**

Se determinaron los valores mínimos de los índices de desperdicio de envase por defectos físicos de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006. Dichos valores se obtuvieron de las gráficas de control sobre defectos físicos:

Octubre = 0.03

Noviembre = 0.03

Diciembre = 0.04

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices mínimos de la siguiente forma:

Octubre = **0.03**

Noviembre = **0.03**

Diciembre = **0.04**

Promedio = $0.10 / 3 = 0.033 \approx 0.03$

Límite superior = 0.03

Este cálculo se realizó de esa forma, debido a que sí es posible lograr esos índices mínimos con las mejoras implementadas para disminuir el desperdicio de envase por defectos físicos.

- **Producto defectuoso**

Se determinaron los valores mínimos de los índices de desperdicio de envase por producto defectuoso de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006. Dichos valores se obtuvieron de las gráficas de control de producto defectuoso:

Octubre = 0.16

Noviembre = 0.13

Diciembre = 0.05

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices mínimos de la siguiente forma:

Octubre = **0.16**

Noviembre = **0.13**

Diciembre = **0.05**

Promedio = $0.34 / 3 = 0.1133 \approx 0.11$

Límite superior = 0.11

Este cálculo se realizó de esa forma, debido a que sí es posible lograr esos índices mínimos con las mejoras implementadas para disminuir el desperdicio de envase por producto defectuoso.

- **Rotura de envase**

Para determinar la meta de rotura de envase (límite superior) para el año 2007, primero se van a calcular las metas individuales para los equipos de la línea 1.

► **Desencajonadora**

Se determinaron los valores promedio de rotura de envase que generó este equipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre = 0.03

Noviembre = 0.03

Diciembre = 0.03

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.03**

Noviembre = **0.03**

Diciembre = **0.03**

Promedio = $0.09 / 3 = 0.03 \approx 0.03$

Límite superior = 0.03

► **Lavadora**

Se determinaron los valores promedio de rotura de envase que generó este equipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre = 0.60
Noviembre = 0.49
Diciembre = 0.49

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.60**
Noviembre = **0.49**
Diciembre = **0.49**
Promedio = $1.58 / 3 = 0.5267 \approx 0.53$

Como se puede observar, no se puede establecer como límite superior 0.53 debido a que es mayor que los índices de los meses de noviembre y diciembre, respectivamente.

Para recalcular nuevamente el límite superior, es necesario modificar el índice del mes de octubre. La modificación se realizó considerando los siguientes criterios:

- ★ Se tomó el valor mínimo del índice de desperdicio de envase por rotura del equipo lavadora del mes de octubre '06, sí y solo sí, éste dato fuera menor que los meses de noviembre y diciembre '06.

Al realizar el cálculo, se determinó que el valor mínimo del índice fue de **0.46**, lo cual hace posible realizar nuevamente el cálculo del límite superior para el equipo lavadora.

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre	=	0.46
Noviembre	=	0.49
Diciembre	=	0.49
Promedio	=	1.44 / 3 = 0.48

Límite superior = 0.48

► **Llenadora**

Se determinaron los valores promedio de rotura de envase que generó este equipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre	=	0.02
Noviembre	=	0.02
Diciembre	=	0.02

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.02**
Noviembre = **0.02**
Diciembre = **0.02**
Promedio = $0.06 / 3 = 0.02$

Límite superior = 0.02

► **Empacadora**

Se determinaron los valores promedio de rotura de envase que generó este equipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre = 0.06
Noviembre = 0.06
Diciembre = 0.04

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.06**
Noviembre = **0.06**
Diciembre = **0.04**
Promedio = $0.14 / 3 = 0.0533 \approx 0.05$

Límite superior = 0.05

Nota: a pesar que el límite es mayor que el del mes de diciembre, la diferencia no es tan significativa, por lo que no se procedió a recalcular nuevamente.

► **Paletizadora**

Se determinaron los valores promedio de rotura de envase que generó este equipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre = 0.02
Noviembre = 0.02
Diciembre = 0.01

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.02**
Noviembre = **0.02**
Diciembre = **0.01**
Promedio = $0.05 / 3 = 0.0167 \approx 0.02$

Límite superior = 0.02

Nota: a pesar que el límite es mayor que el del mes de diciembre, la diferencia no es tan significativa, por lo que no se procedió a recalcular nuevamente.

Luego de calcular el límite superior para cada equipo, se procedió a determinarlo para la rotura de envase para el año 2007. El cálculo se realizó considerando los siguientes criterios: Se determinaron los valores mínimos de los índices de desperdicio de envase por rotura de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Dichos valores se obtuvieron de las gráficas % índice de rotura de envases por equipos de los meses descritos. La recolección de datos fue la siguiente:

Octubre = 0.53
Noviembre = 0.47
Diciembre = 0.41

Seguidamente se obtuvo el promedio de los índices de la siguiente forma:

Octubre = **0.53**
Noviembre = **0.47**
Diciembre = **0.41**
Promedio = $1.41 / 3 = 0.47 \approx 0.50$

Límite superior = 0.50

Nota: a pesar que el límite es mayor que el del mes de diciembre y noviembre, no se realizó un recálculo, debido a que se realizaron cálculos individuales para los equipos. También se aproximó de 0.47 a 0.50, considerando que el segundo dato, había sido el límite inferior para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Seguidamente se procede a recabar información de los atributos que generan desperdicio de envase retornable, por medio de los formatos implementados (ver sección 4.1.4. y 4.1.5.), para el mes de enero '07, obteniendo los siguientes resultados:

- **Procedimiento de recolección de datos**

Los datos que a continuación se presentan, se expresan en términos de índice. Éste aplica a los rubros de envase sucio, nivel de llenado, defectos físicos, producto defectuoso y rotura de envase. El valor del índice de desperdicio de envase retornable según el rubro, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ índice} = (\text{cajas según rubro} / \text{producción}) * 100 \quad (\text{según fecha})$$

El valor de las cajas según los rubros a analizar y las producciones, son datos no publicados. Para ejemplificar la relación anterior, se procederá a determinar el % índice del producto defectuoso:

Fecha:	01-Ene-07
Producción:	11,169.15 (dato no publicado)
Producto defectuoso:	11.13 cajas (dato no publicado)
% índice = (cajas de producto defectuoso/ producción) *100	

$$\% \text{ índice} = (11.13 / 11,169.15) * 100$$

$$\% \text{ índice} = 0.0996$$

$$\% \text{ índice producto defectuoso} = 0.10$$

De igual forma, se aplicará este cálculo para obtener el % índice para los demás rubros. Para recolectar la información, se presenta la siguiente tabla:

Tabla LIV. Tabla de recolección de datos del mes de enero '07

CANTIDAD DE DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
02-Ene-07	0.10	0.41	0.21	0.03	0.07
04-Ene-07	0.08	0.32	0.16	0.03	0.06
05-Ene-07	0.11	0.49	0.27	0.03	0.08
08-Ene-07	0.09	0.45	0.22	0.03	0.08
09-Ene-07	0.10	0.46	0.22	0.03	0.08
10-Ene-07	0.11	0.82	0.32	0.03	0.14
11-Ene-07	0.10	0.91	0.33	0.01	0.13
16-Ene-07	0.12	0.79	0.34	0.03	0.14
17-Ene-07	0.12	0.45	0.25	0.02	0.09
18-Ene-07	0.08	0.25	0.25	0.01	0.13
19-Ene-07	0.09	0.37	0.18	0.02	0.07
20-Ene-07	0.10	0.06	0.32	0.02	0.10
22-Ene-07	0.10	0.49	0.24	0.02	0.08
23-Ene-07	0.09	0.65	0.33	0.03	0.11
26-Ene-07	0.09	0.38	0.19	0.03	0.07
29-Ene-07	0.09	0.44	0.21	0.03	0.08
30-Ene-07	0.09	0.38	0.19	0.02	0.08
% ÍNDICE	0.10	0.43	0.22	0.03	0.08

Fuente: Elaboración propia

- **Aplicación de los gráficos de control**

A continuación se presenta el procedimiento de aplicación de los gráficos de control para envase sucio.

- ▶ Límite superior = 0.15

- ▶ Se recolectan los datos correspondientes a envase sucio con el formato de la sección 4.1.4. inciso a. Los datos que interesan es el total general y la producción. Aplicado al mes de enero con fecha 01, esos datos serían 8.15 cajas de envase sucio en una producción de 11,169.15 cajas, datos no publicados.

- ▶ % índice =[cajas envase sucio (01-Ene-07)/producción (01-Ene-07)] *100
 % índice = (8.15/11,169.15) *100
 % índice de desperdicio de envase sucio (01-Ene-07) = 0.07

- ▶ La tabla de recolección de datos de envase sucio de enero '07 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Ene-07).
 Fecha = 01-Ene-07
 Envase sucio (% índice) = 0.07
 Límite superior = 0.15

- ▶ Se procede a realizar el gráfico de control de envase sucio, una vez se complete la tabla con los datos del mes de enero '07.

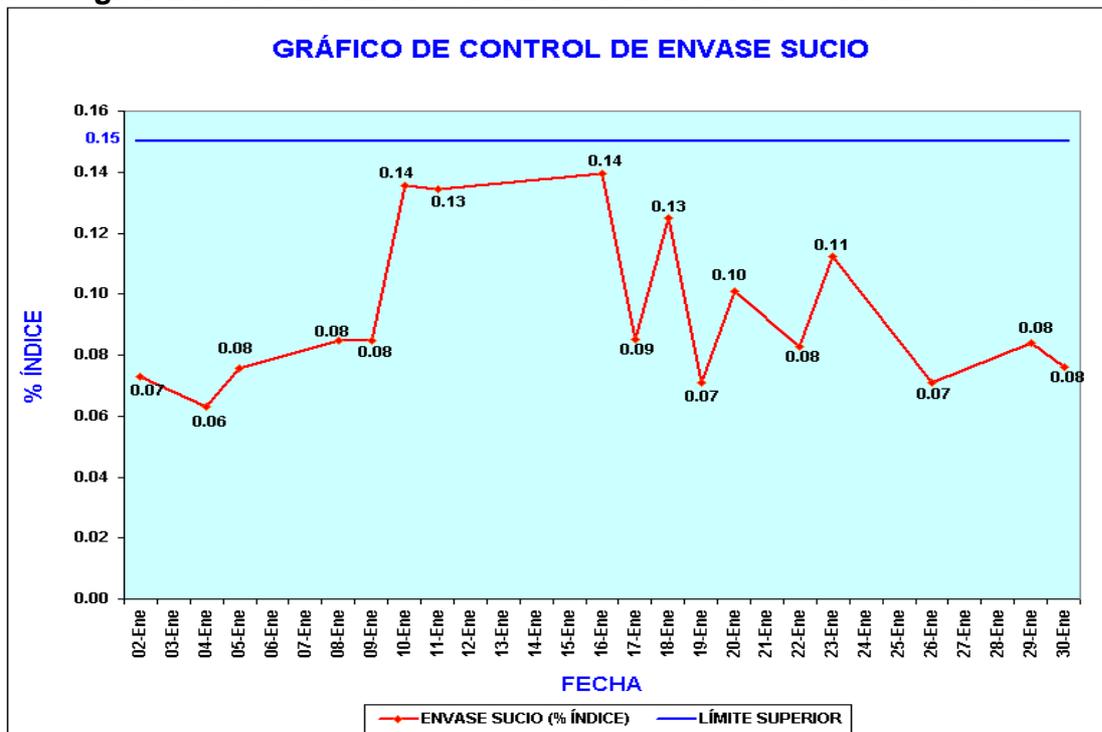
Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de enero de 2007, para los atributos nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase. A continuación se presentan las tablas de recolección de datos con su respectivo gráfico de control, de los atributos mencionados del mes de enero '07.

Tabla LV. Tabla de recolección de datos de envase sucio de enero '07
ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
02-Ene-07	0.07	0.15
04-Ene-07	0.06	0.15
05-Ene-07	0.08	0.15
08-Ene-07	0.08	0.15
09-Ene-07	0.08	0.15
10-Ene-07	0.14	0.15
11-Ene-07	0.13	0.15
16-Ene-07	0.14	0.15
17-Ene-07	0.09	0.15
18-Ene-07	0.13	0.15
19-Ene-07	0.07	0.15
20-Ene-07	0.10	0.15
22-Ene-07	0.08	0.15
23-Ene-07	0.11	0.15
26-Ene-07	0.07	0.15
29-Ene-07	0.08	0.15
30-Ene-07	0.08	0.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 99. Gráfico de control de envase sucio del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

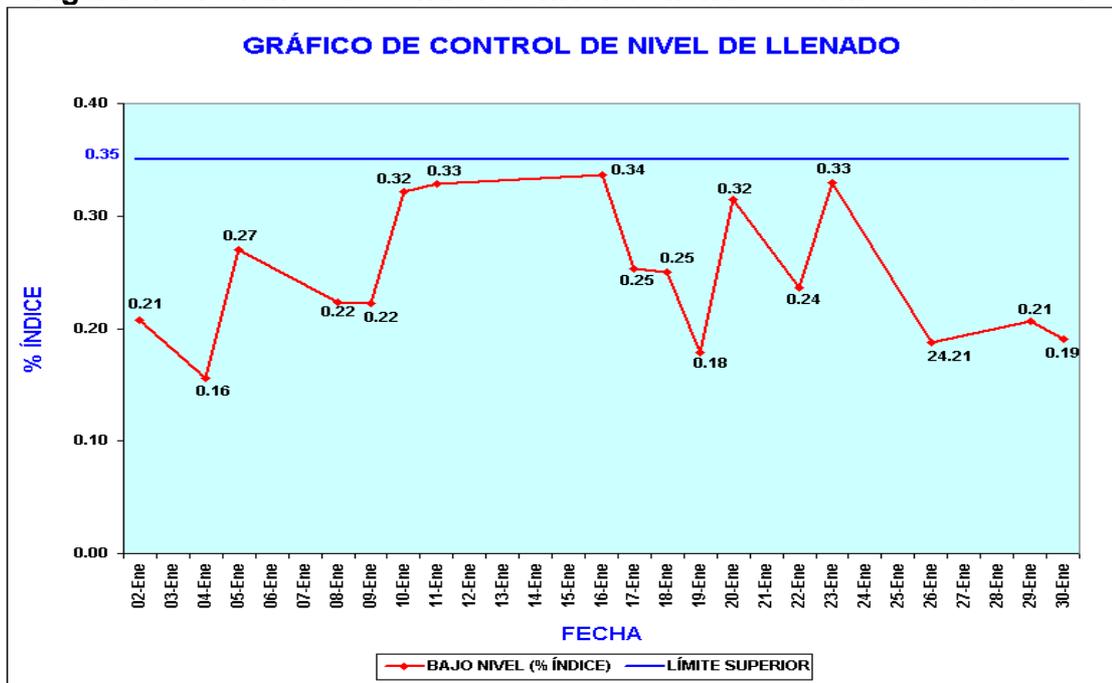
Tabla LVI. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de enero '07
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
02-Ene-07	0.21	0.35
04-Ene-07	0.16	0.35
05-Ene-07	0.27	0.35
08-Ene-07	0.22	0.35
09-Ene-07	0.22	0.35
10-Ene-07	0.32	0.35
11-Ene-07	0.33	0.35
16-Ene-07	0.34	0.35
17-Ene-07	0.25	0.35
18-Ene-07	0.25	0.35
19-Ene-07	0.18	0.35
20-Ene-07	0.32	0.35
22-Ene-07	0.24	0.35
23-Ene-07	0.33	0.35
26-Ene-07	0.19	0.35
29-Ene-07	0.21	0.35
30-Ene-07	0.19	0.35

Fuente: Elaboración propia

Figura 100. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LVII. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos de enero '07

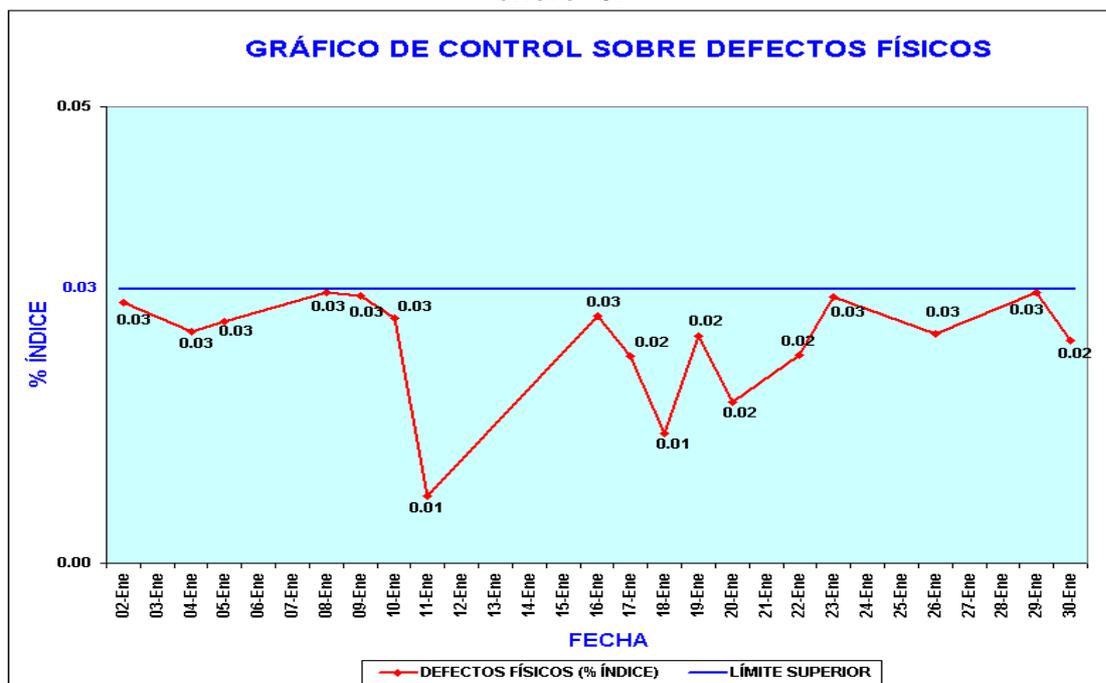
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
02-Ene-07	0.03	0.03
04-Ene-07	0.03	0.03
05-Ene-07	0.03	0.03
08-Ene-07	0.03	0.03
09-Ene-07	0.03	0.03
10-Ene-07	0.03	0.03
11-Ene-07	0.01	0.03
16-Ene-07	0.03	0.03
17-Ene-07	0.02	0.03
18-Ene-07	0.01	0.03
19-Ene-07	0.02	0.03
20-Ene-07	0.02	0.03
22-Ene-07	0.02	0.03
23-Ene-07	0.03	0.03
26-Ene-07	0.03	0.03
29-Ene-07	0.03	0.03
30-Ene-07	0.02	0.03

Fuente: Elaboración propia

Figura 100. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LVIII. Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de enero '07

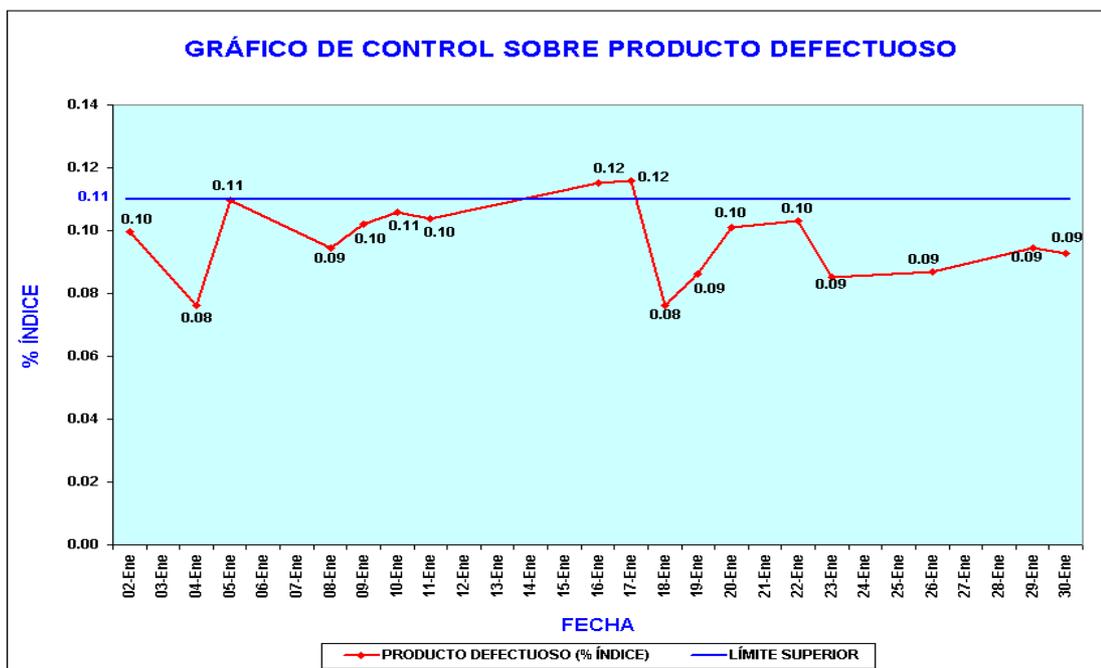
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
02-Ene-07	0.10	0.11
04-Ene-07	0.08	0.11
05-Ene-07	0.11	0.11
08-Ene-07	0.09	0.11
09-Ene-07	0.10	0.11
10-Ene-07	0.11	0.11
11-Ene-07	0.10	0.11
16-Ene-07	0.12	0.11
17-Ene-07	0.12	0.11
18-Ene-07	0.08	0.11
19-Ene-07	0.09	0.11
20-Ene-07	0.10	0.11
22-Ene-07	0.10	0.11
23-Ene-07	0.09	0.11
26-Ene-07	0.09	0.11
29-Ene-07	0.09	0.11
30-Ene-07	0.09	0.11

Fuente: Elaboración propia

Figura 102. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LIX. Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de enero '07

GRÁFICOS DE CONTROL

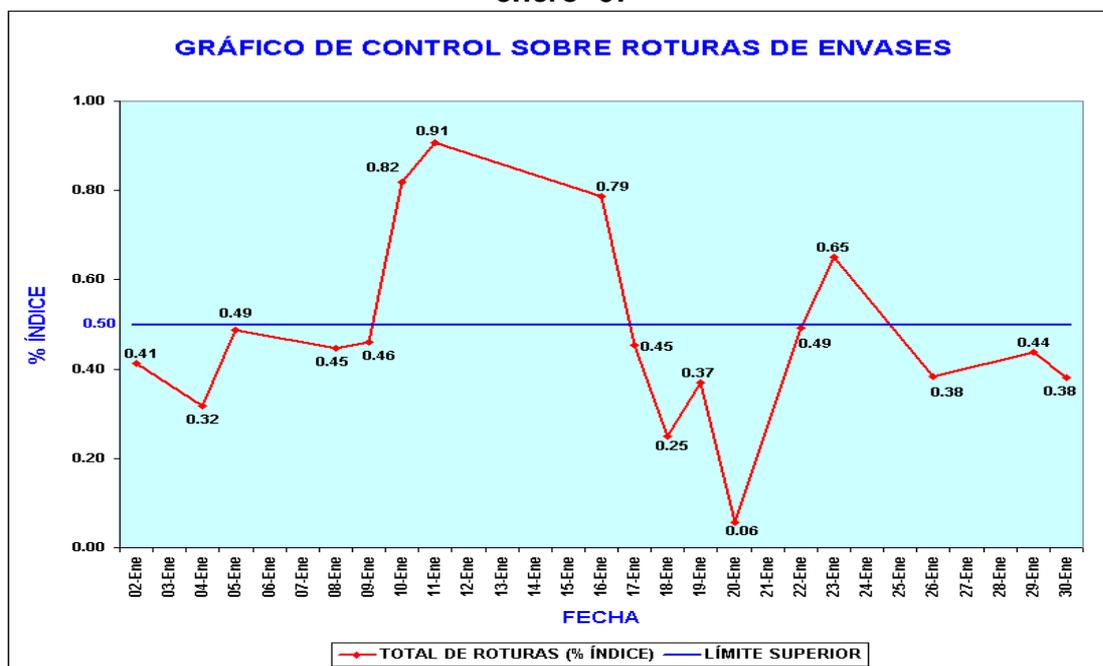
ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESECAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
02-Ene-07	0.00	0.39	0.00	0.01	0.00	0.41	0.50
04-Ene-07	0.00	0.28	0.01	0.01	0.00	0.32	0.50
05-Ene-07	0.03	0.39	0.00	0.03	0.01	0.49	0.50
08-Ene-07	0.03	0.38	0.00	0.02	0.00	0.45	0.50
09-Ene-07	0.03	0.38	0.00	0.03	0.00	0.46	0.50
10-Ene-07	0.03	0.74	0.00	0.03	0.00	0.82	0.50
11-Ene-07	0.03	0.80	0.00	0.07	0.00	0.91	0.50
16-Ene-07	0.03	0.70	0.00	0.05	0.00	0.79	0.50
17-Ene-07	0.00	0.42	0.00	0.01	0.00	0.45	0.50
18-Ene-07	0.00	0.19	0.00	0.06	0.00	0.25	0.50
19-Ene-07	0.01	0.32	0.01	0.02	0.02	0.37	0.50
20-Ene-07	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.06	0.50
22-Ene-07	0.02	0.41	0.00	0.04	0.00	0.49	0.50
23-Ene-07	0.00	0.62	0.00	0.01	0.00	0.65	0.50
26-Ene-07	0.02	0.30	0.01	0.04	0.01	0.38	0.50
29-Ene-07	0.00	0.40	0.00	0.02	0.01	0.44	0.50
30-Ene-07	0.00	0.35	0.01	0.01	0.01	0.38	0.50

TOTALES	0.02	0.38	0.01	0.03	0.00	0.43
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 103. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

- Resultados obtenidos

Después de haber realizado esta prueba piloto, se presentan los resultados a continuación:

- En el gráfico de control de envase sucio del mes de enero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.15 como envase sucio se mantuvo. Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre envase sucio del mes de enero '07, se encuentran bajo control.
- En el gráfico de control de nivel de llenado del mes de enero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.35 de desperdicio de envase como bajo nivel se mantuvo. Para lograr lo anterior, se propusieron acciones de mejora sobre la llenadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), que hasta el momento han dado buenos resultados, a fin de concluir que los datos sobre desperdicio de envase generado por bajo nivel de llenado durante el mes de enero '07, se mantuvieron bajo control.
- En el gráfico de control sobre defectos físicos del mes de enero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.03 se mantuvo sin excederlo, aún cuando se obtuvieron varios días con un índice similar al límite superior (valores aproximados a 0.03). Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre defectos físicos del mes de enero '07, se encuentran bajo control.
- En el gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de enero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.11, se mantuvo, excepto el día dieciséis y diecisiete de enero, respectivamente.

La meta que se propuso para este desperdicio fue ambiciosa ya que de 0.40 se redujo hasta 0.11. Para considerar esta meta, fueron varios factores que ayudaron a proponerla:

- ▶ Mantenimiento preventivo al coronador, para evitar desperdicio por falta de tapa.
- ▶ Reparación y ajustes a las cañas y válvulas de llenado.
- ▶ Los supervisores de producción evalúen adecuadamente los cambios de presentación.
- ▶ Los operadores de las lámparas de vacío fueron capacitados para eliminar el envase sucio y aquellos con defectos físicos, para evitar que fuera llenado y posteriormente retirado en las lámparas de lleno, etc.

Con lo propuesto anterior, se logró resultados satisfactorios a fin de concluir que los datos sobre producto defectuoso generados en el mes de enero '07, se mantuvieron bajo control con la nueva meta establecida para este rubro, a pesar de los días 16 y 17 de enero.

- En cuanto al gráfico de control sobre rotura de envases del mes de enero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener la rotura en los equipos hasta un límite superior de 0.50 cajas se mantuvo sobre el límite, excepto los días diez, once, dieciséis y veintitrés de enero respectivamente, donde los valores se excedieron del límite.

En cuanto a las metas individuales por equipos, se tuvieron resultados satisfactorios, los cuales se presentan a continuación:

Tabla LX. Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de enero '07

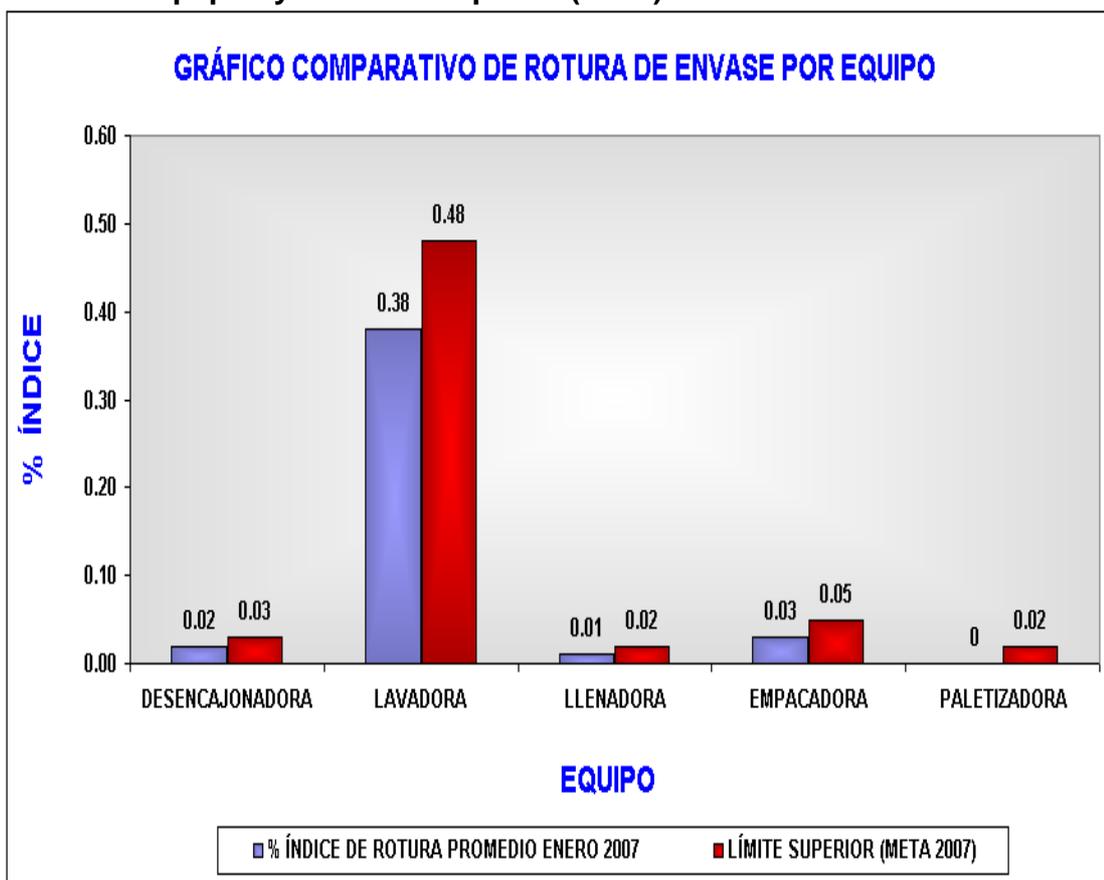
EQUIPO	% ÍNDICE DE ROTURA PROMEDIO ENERO 2007	LÍMITE SUPERIOR (META 2007)
DESENCAJONADORA	0.02	0.03
LAVADORA	0.38	0.48

Continuación

LLENADORA	0.01	0.02
EMPACADORA	0.03	0.05
PALETIZADORA	0	0.02

Fuente: Elaboración propia

Figura 104. Gráfico comparativo entre el % índice de rotura promedio por equipos y su límite superior (meta) del mes de enero '07



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior refleja que las propuestas de mejora en los equipos (ver sección 4.1.7.2. inciso b, Actividades de mejora implementadas), han dado resultados satisfactorios en la minimización del desperdicio de envase retornable tanto en forma global como individual.

Seguidamente a lo anterior, se procede a recabar información de los atributos que generan desperdicio de envase retornable, por medio de los formatos implementados (ver sección 4.1.4. y 4.1.5.), para el mes de febrero '07, obteniendo los siguientes resultados:

- **Procedimiento de recolección de datos**

Los datos que a continuación se presentan, se expresan en términos de índice. Éste aplica a los rubros de envase sucio, nivel de llenado, defectos físicos, producto defectuoso y rotura de envase. El valor del índice de desperdicio de envase retornable según el rubro, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ índice} = (\text{cajas según rubro} / \text{producción}) * 100 \quad (\text{según fecha})$$

El valor de las cajas según los rubros a analizar y las producciones, son datos no publicados. Para ejemplificar la relación anterior, se procederá a determinar un % índice del producto defectuoso:

Fecha: 01-Feb-07
Producción: 2,789.22 (dato no publicado)
Producto defectuoso: 3.02 cajas (dato no publicado)
% índice = (cajas de producto defectuoso/ producción) *100
% índice = (3.02 / 2,789.22)*100
% índice = 0.1083

% índice producto defectuoso = 0.11
--

De igual forma, se aplicará este cálculo para obtener el % índice para los demás rubros. Para recolectar la información, se presenta la siguiente tabla:

Tabla LXI. Tabla de recolección de datos del mes de febrero '07

CANTIDAD DE DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
01-Feb-07	0.11	0.44	0.24	0.01	0.08
05-Feb-07	0.10	0.43	0.22	0.03	0.08
06-Feb-07	0.09	0.44	0.20	0.03	0.08
08-Feb-07	0.07	0.35	0.18	0.02	0.07
12-Feb-07	0.07	0.34	0.24	0.02	0.08
13-Feb-07	0.09	0.10	0.24	0.01	0.08
14-Feb-07	0.07	0.05	0.24	0.02	0.08
15-Feb-07	0.07	0.45	0.20	0.02	0.08
16-Feb-07	0.08	0.42	0.20	0.03	0.08
19-Feb-07	0.03	0.44	0.24	0.03	0.08
20-Feb-07	0.09	0.06	0.24	0.03	0.08
21-Feb-07	0.07	0.44	0.20	0.03	0.08
22-Feb-07	0.10	0.46	0.13	0.02	0.08
26-Feb-07	0.03	0.33	0.16	0.03	0.07
27-Feb-07	0.06	0.12	0.24	0.01	0.08
% ÍNDICE	0.07	0.35	0.20	0.03	0.08

Fuente: Elaboración propia

- **Aplicación de los gráficos de control**

A continuación se presenta el procedimiento de aplicación de los gráficos de control para envase sucio.

- ▶ Límite superior = 0.15
- ▶ Se recolectan los datos correspondientes a envase sucio con el formato de la sección 4.1.4. inciso a. Los datos que interesan es el total general y la producción. Aplicado al mes de febrero con fecha 01, esos datos serían 2.33 cajas de envase sucio en una producción de 2,789.22 cajas, datos no publicados.
- ▶ % índice = [cajas envase sucio (01-Feb-07)/producción (01-Feb-07)] *100
 % índice = (2.33 / 2,789.22) *100
 % índice de desperdicio de envase sucio (01-Feb-07) = 0.08

- ▶ La tabla de recolección de datos de envase sucio de febrero '07 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Feb-07).

Fecha = 01-Feb-07

Envase sucio (% índice) = 0.08

Límite superior = 0.15

- ▶ Se procede a realizar el gráfico de control de envase sucio, una vez se complete la tabla con los datos del mes de febrero '07.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de febrero de 2007, para los atributos nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase. A continuación se presentan las tablas de recolección de datos con su respectivo gráfico de control, de los atributos mencionados del mes de febrero '07.

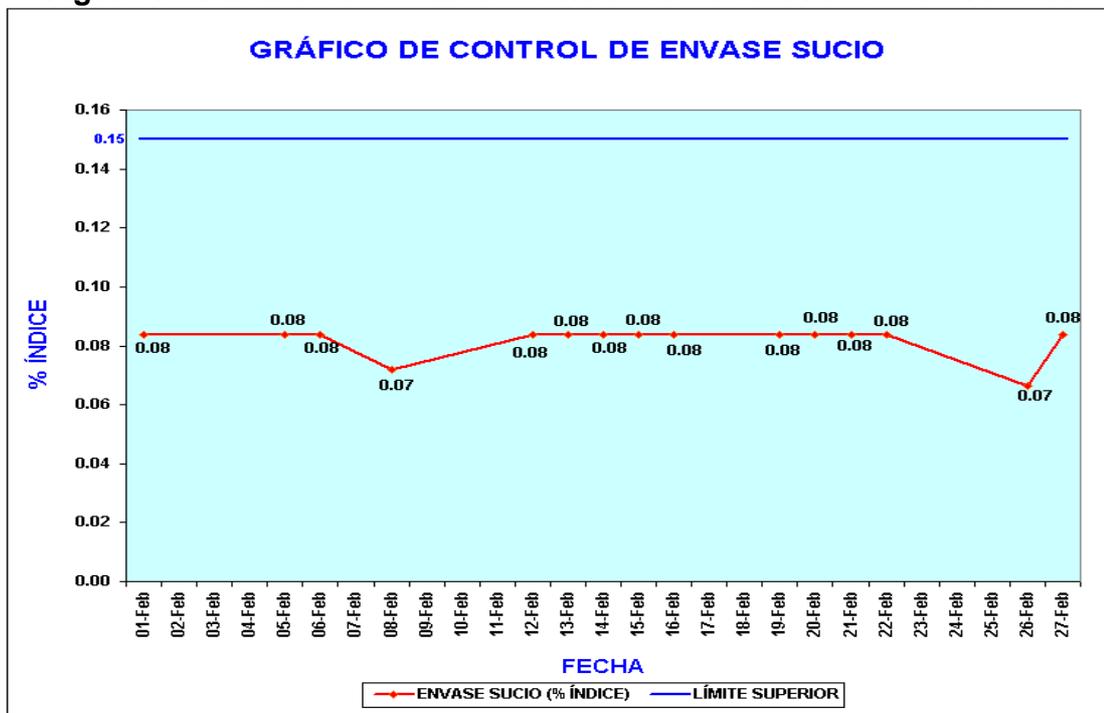
Tabla LXII. Tabla de recolección de datos de envase sucio de febrero '07
GRÁFICOS DE CONTROL

ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Feb-07	0.08	0.15
05-Feb-07	0.08	0.15
06-Feb-07	0.08	0.15
08-Feb-07	0.07	0.15
12-Feb-07	0.08	0.15
13-Feb-07	0.08	0.15
14-Feb-07	0.08	0.15
15-Feb-07	0.08	0.15
16-Feb-07	0.08	0.15
19-Feb-07	0.08	0.15
20-Feb-07	0.08	0.15
21-Feb-07	0.08	0.15
22-Feb-07	0.08	0.15
26-Feb-07	0.07	0.15
27-Feb-07	0.08	0.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 105. Gráfico de control de envase sucio del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXIII. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de febrero '07

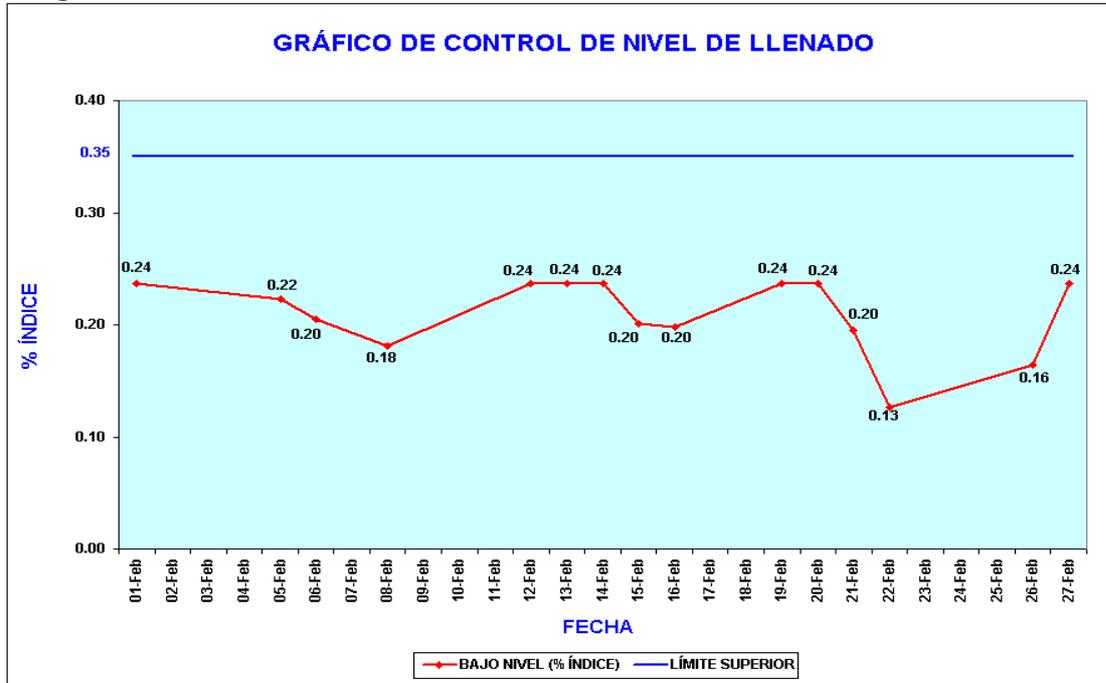
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Feb-07	0.24	0.35
05-Feb-07	0.22	0.35
06-Feb-07	0.20	0.35
08-Feb-07	0.18	0.35
12-Feb-07	0.24	0.35
13-Feb-07	0.24	0.35
14-Feb-07	0.24	0.35
15-Feb-07	0.20	0.35
16-Feb-07	0.20	0.35
19-Feb-07	0.24	0.35
20-Feb-07	0.24	0.35
21-Feb-07	0.20	0.35
22-Feb-07	0.13	0.35
26-Feb-07	0.16	0.35
27-Feb-07	0.24	0.35

Fuente: Elaboración propia

Figura 106. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

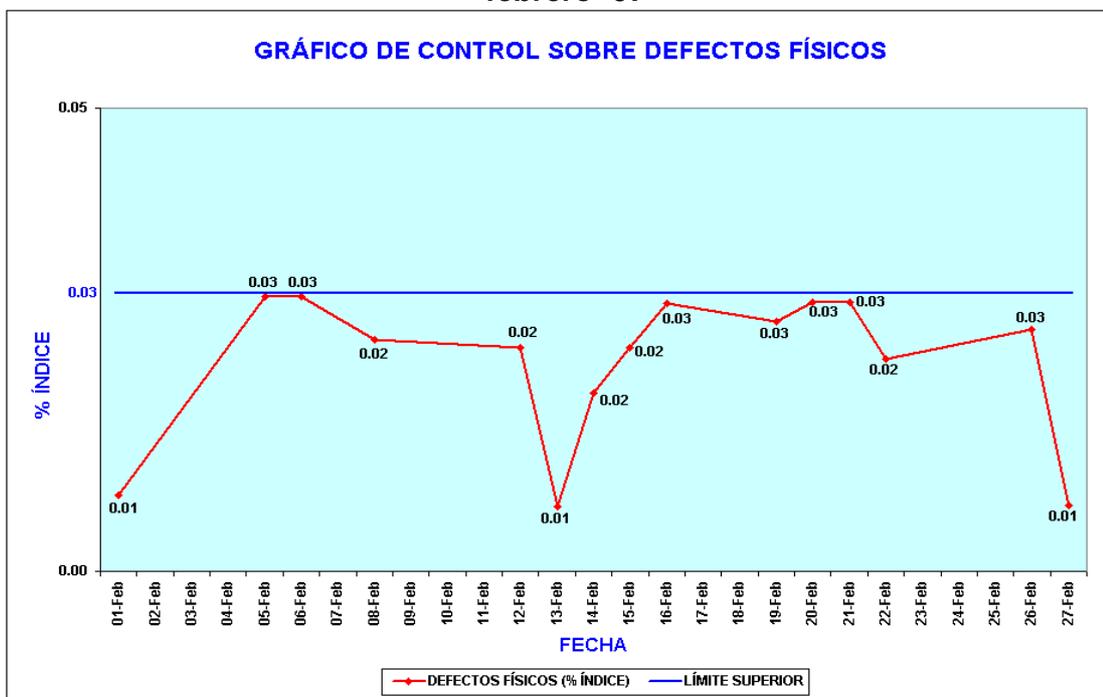
Tabla LXIV. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos del mes de febrero '07
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Feb-07	0.01	0.03
05-Feb-07	0.03	0.03
06-Feb-07	0.03	0.03
08-Feb-07	0.02	0.03
12-Feb-07	0.02	0.03
13-Feb-07	0.01	0.03
14-Feb-07	0.02	0.03
15-Feb-07	0.02	0.03
16-Feb-07	0.03	0.03
19-Feb-07	0.03	0.03
20-Feb-07	0.03	0.03
21-Feb-07	0.03	0.03
22-Feb-07	0.02	0.03
26-Feb-07	0.03	0.03
27-Feb-07	0.01	0.03

Fuente: Elaboración propia

Figura 107. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXV. Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de febrero '07

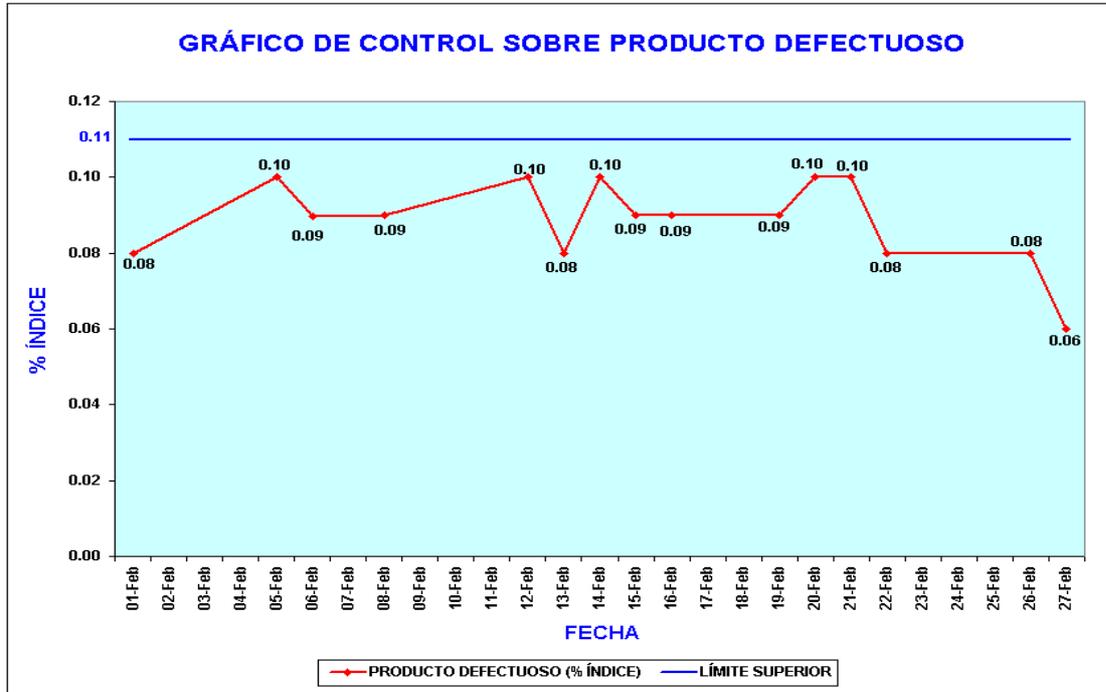
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Feb-07	0.08	0.11
05-Feb-07	0.10	0.11
06-Feb-07	0.09	0.11
08-Feb-07	0.09	0.11
12-Feb-07	0.10	0.11
13-Feb-07	0.08	0.11
14-Feb-07	0.10	0.11
15-Feb-07	0.09	0.11
16-Feb-07	0.09	0.11
19-Feb-07	0.09	0.11
20-Feb-07	0.10	0.11
21-Feb-07	0.10	0.11
22-Feb-07	0.08	0.11
26-Feb-07	0.08	0.11
27-Feb-07	0.06	0.11

Fuente: Elaboración propia

Figura 108. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXVI. Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de febrero '07

GRÁFICOS DE CONTROL

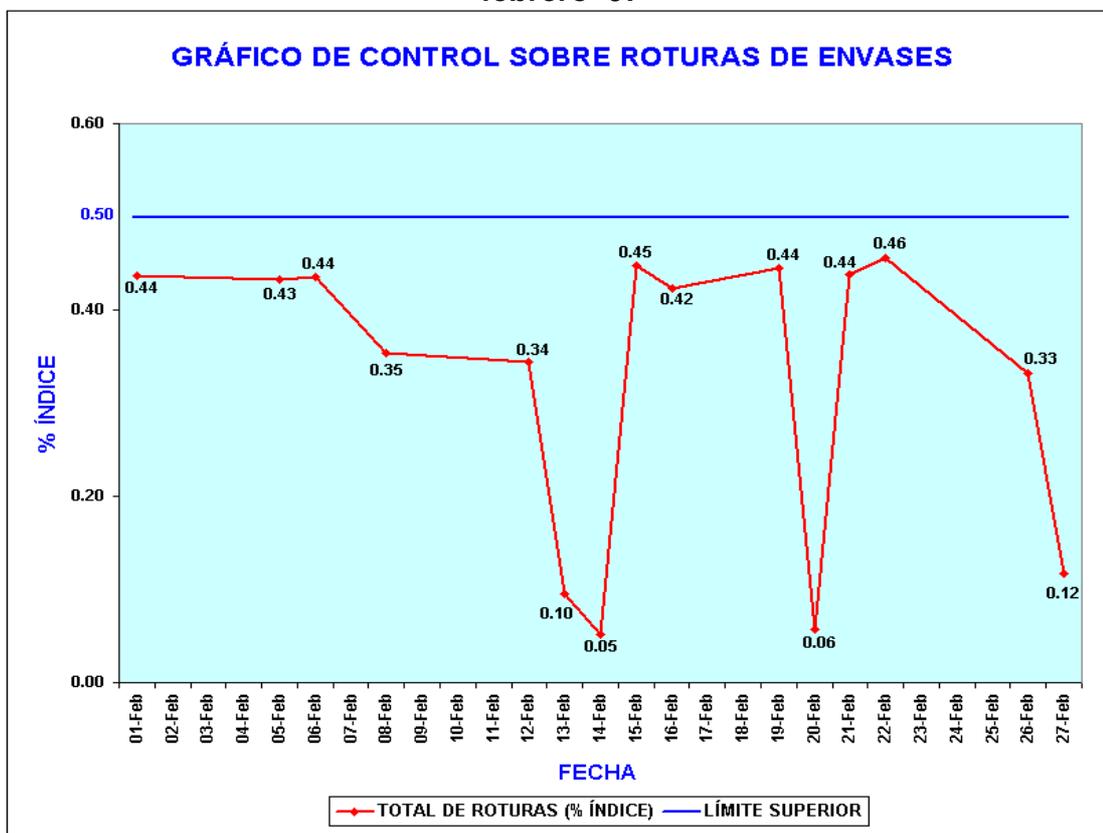
ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESENCAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Feb-07	0.00	0.37	0.00	0.01	0.00	0.44	0.50
05-Feb-07	0.01	0.38	0.00	0.02	0.00	0.43	0.50
06-Feb-07	0.02	0.38	0.00	0.02	0.00	0.44	0.50
08-Feb-07	0.01	0.30	0.01	0.02	0.00	0.35	0.50
12-Feb-07	0.02	0.31	0.01	0.01	0.01	0.34	0.50
13-Feb-07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.10	0.50
14-Feb-07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.05	0.50
15-Feb-07	0.01	0.38	0.00	0.02	0.00	0.45	0.50
16-Feb-07	0.01	0.37	0.01	0.02	0.00	0.42	0.50
19-Feb-07	0.01	0.38	0.00	0.02	0.00	0.44	0.50
20-Feb-07	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.50
21-Feb-07	0.01	0.38	0.01	0.02	0.00	0.44	0.50
22-Feb-07	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.46	0.50
26-Feb-07	0.01	0.27	0.01	0.02	0.00	0.33	0.50
27-Feb-07	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.12	0.50

TOTALES	0.02	0.30	0.01	0.03	0.01	0.35	
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--

Fuente: Elaboración propia

Figura 109. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de febrero '07



Fuente: Elaboración propia

- **Resultados obtenidos**

Los resultados de esta prueba piloto, se presentan a continuación:

- En el gráfico de control de envase sucio del mes de febrero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.15 como envase sucio se mantuvo. Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre envase sucio del mes de febrero '07, se encuentran bajo control.

- En el gráfico de control de nivel de llenado del mes de febrero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.35 de desperdicio de envase como bajo nivel se mantuvo. Para lograr lo anterior, se propusieron acciones de mejora sobre la llenadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), que hasta el momento han dado buenos resultados, a fin de concluir que los datos sobre desperdicio de envase generado por bajo nivel de llenado durante el mes de febrero '07, se mantuvieron bajo control.
- En el gráfico de control sobre defectos físicos del mes de febrero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.03 se mantuvo sin excederlo, aún cuando se obtuvieron varios días con un índice similar al límite superior (valores aproximados a 0.03). Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre defectos físicos del mes de febrero '07, se encuentran bajo control.
- En el gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de febrero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.11, se mantuvo. Para evitar que los índices individuales fueran mayores al límite superior se reforzaron las siguientes actividades:
 - ▶ Mantenimiento preventivo al coronador, para evitar desperdicio por falta de tapa.
 - ▶ Reparación y ajustes a las cañas y válvulas de llenado.
 - ▶ Los supervisores de producción evalúen adecuadamente los cambios de presentación.
 - ▶ Los operadores de las lámparas de vacío fueron capacitados para eliminar el envase sucio y aquellos con defectos físicos, para evitar que fuera llenado y posteriormente retirado en las lámparas de lleno, etc.

Con lo propuesto anterior, se logró resultados satisfactorios a fin de concluir que los datos sobre producto defectuoso generados en el mes de febrero '07, se mantuvieron bajo control.

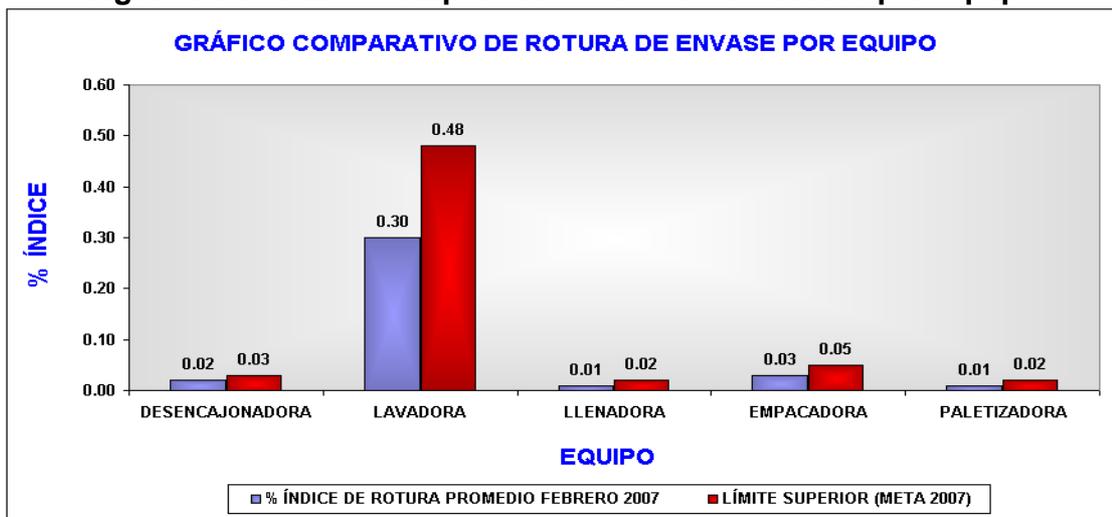
- En cuanto al gráfico de control sobre rotura de envases del mes de febrero '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener la rotura en los equipos hasta un límite superior de 0.50 se encuentra bajo control. En cuanto a las metas individuales por equipos, se tuvieron resultados satisfactorios, los cuales se presentan a continuación:

Tabla LXVII. Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de febrero '07

EQUIPO	% ÍNDICE DE ROTURA PROMEDIO FEBRERO 2007	LÍMITE SUPERIOR (META 2007)
DESENCAJONADORA	0.02	0.03
LAVADORA	0.30	0.48
LLENADORA	0.01	0.02
EMPACADORA	0.03	0.05
PALETIZADORA	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia

Figura 110. Gráfico comparativo de rotura de envase por equipo



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior refleja que las propuestas de mejora en los equipos (ver sección 4.1.7.2. inciso 2, Actividades de mejora implementadas), han dado resultados satisfactorios en la minimización del desperdicio de envase retornable tanto en forma global como individual. Los datos del mes de marzo '07, son los siguientes:

Por último, se procede a recabar información de los atributos que generan desperdicio de envase retornable, por medio de los formatos implementados (ver sección 4.1.4. y 4.1.5.), para el mes de marzo '07, obteniendo los siguientes resultados:

- **Procedimiento de recolección de datos**

Los datos que a continuación se presentan, se expresan en términos de índice. Éste aplica a los rubros de envase sucio, nivel de llenado, defectos físicos, producto defectuoso y rotura de envase. El valor del índice de desperdicio de envase retornable según el rubro, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ índice} = (\text{cajas según rubro} / \text{producción}) * 100 \quad (\text{según fecha})$$

El valor de las cajas según los rubros a analizar y las producciones, son datos no publicados. Para ejemplificar la relación anterior, se procederá a determinar un % índice del producto defectuoso:

Fecha:	01-Mar-07
Producción:	17,980.08 (dato no publicado)
Producto defectuoso:	11.16 cajas (dato no publicado)

% índice = (cajas de producto defectuoso/ producción) *100

% índice = (11.16 / 17,980.08)*100

% índice = 0.062

% índice producto defectuoso = 0.06

De igual forma, se aplicará este cálculo para obtener el % índice para los demás rubros. Para recolectar la información, se presenta la siguiente tabla:

Tabla LXVIII. Tabla de recolección de datos del mes de marzo '07

CANTIDAD DE DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE GENERADO POR COCA COLA 12 ONZAS (EXPRESADOS COMO % ÍNDICE)					
FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO	ROTURA DE ENVASES	NIVEL DE LLENADO	DEFECTO FÍSICO	ENVASE SUCIO
01-Mar-07	0.06	0.27	0.13	0.02	0.05
02-Mar-07	0.08	0.33	0.20	0.02	0.07
05-Mar-07	0.06	0.43	0.24	0.01	0.05
06-Mar-07	0.09	0.34	0.20	0.03	0.07
07-Mar-07	0.08	0.32	0.19	0.02	0.08
08-Mar-07	0.08	0.33	0.20	0.02	0.07
09-Mar-07	0.07	0.33	0.16	0.02	0.06
12-Mar-07	0.08	0.35	0.19	0.03	0.08
13-Mar-07	0.08	0.34	0.17	0.03	0.08
14-Mar-07	0.08	0.33	0.16	0.02	0.06
16-Mar-07	0.08	0.34	0.20	0.03	0.07
19-Mar-07	0.07	0.33	0.20	0.01	0.07
20-Mar-07	0.09	0.33	0.19	0.02	0.07
21-Mar-07	0.09	0.33	0.20	0.02	0.08
22-Mar-07	0.09	0.34	0.20	0.03	0.08
23-Mar-07	0.09	0.34	0.19	0.02	0.07
24-Mar-07	0.10	0.31	0.20	0.02	0.08
27-Mar-07	0.09	0.32	0.20	0.02	0.08
28-Mar-07	0.09	0.34	0.19	0.03	0.07
30-Mar-07	0.09	0.32	0.18	0.03	0.07
% ÍNDICE	0.08	0.33	0.18	0.02	0.07

Fuente: Elaboración propia

- **Aplicación de los gráficos de control**

A continuación se presenta el procedimiento de aplicación de los gráficos de control para envase sucio.

- ▶ Límite superior = 0.15

- ▶ Se recolectan los datos correspondientes a envase sucio con el formato de la sección 4.1.4. inciso a. Los datos que interesan es el total general y la producción. Aplicado al mes de marzo con fecha 01, esos datos serían 9.23 cajas de envase sucio en una producción de 17,980.08 cajas, datos no publicados.

- ▶ % índice =[cajas envase sucio (01-Mar-07)/producción (01-Mar-07)] *100
 % índice = (9.23 / 17,980.08) *100
 % índice de desperdicio de envase sucio (01-Mar-07) = 0.05

- ▶ La tabla de recolección de datos de envase sucio de marzo '07 se llena con los siguientes datos (aplicación con fecha 01-Mar-07).
 Fecha = 01-Mar-07
 Envase sucio (% índice) = 0.05
 Límite superior = 0.15

- ▶ Se procede a realizar el gráfico de control de envase sucio, una vez se complete la tabla con los datos del mes de marzo '07.

Este mismo procedimiento de cálculo, aplica a todos los días de producción de los meses de marzo de 2007, para los atributos nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase.

A continuación se presentan las tablas de recolección de datos con su respectivo gráfico de control, de los atributos mencionados del mes de marzo '07.

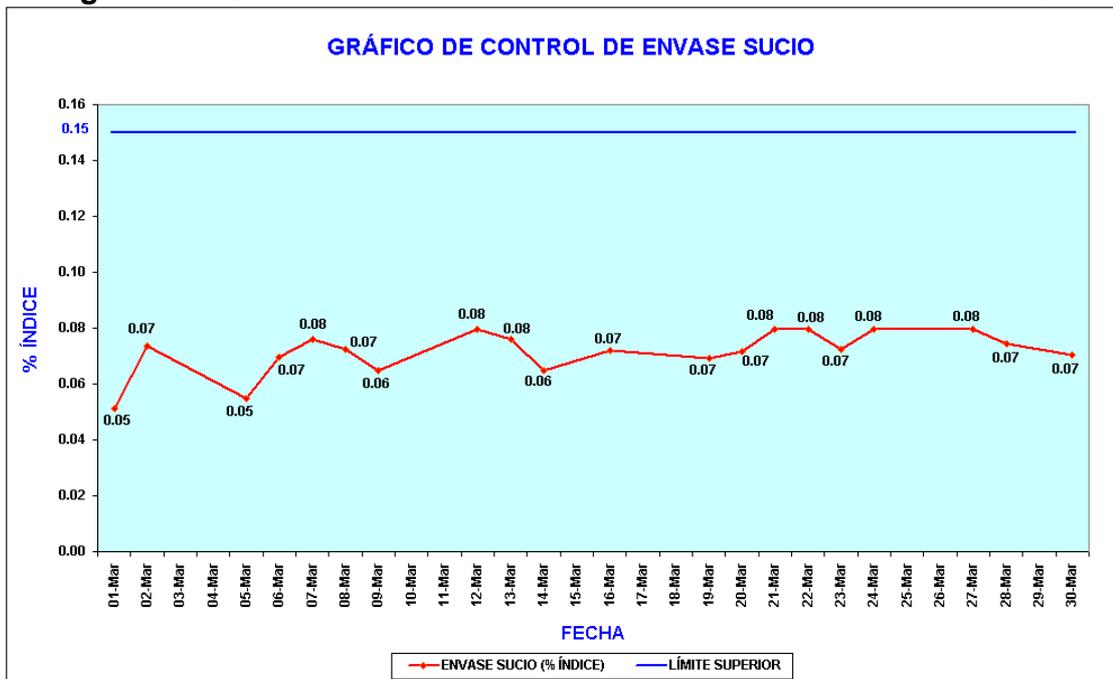
Tabla LXIX. Tabla de recolección de datos de envase sucio de marzo '07
GRÁFICOS DE CONTROL

ENVASE SUCIO

FECHA	ENVASE SUCIO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Mar-07	0.05	0.15
02-Mar-07	0.07	0.15
05-Mar-07	0.05	0.15
06-Mar-07	0.07	0.15
07-Mar-07	0.08	0.15
08-Mar-07	0.07	0.15
09-Mar-07	0.06	0.15
12-Mar-07	0.08	0.15
13-Mar-07	0.08	0.15
14-Mar-07	0.06	0.15
16-Mar-07	0.07	0.15
19-Mar-07	0.07	0.15
20-Mar-07	0.07	0.15
21-Mar-07	0.08	0.15
22-Mar-07	0.08	0.15
23-Mar-07	0.07	0.15
24-Mar-07	0.08	0.15
27-Mar-07	0.08	0.15
28-Mar-07	0.07	0.15
30-Mar-07	0.07	0.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 111. Gráfico de control de envase sucio del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

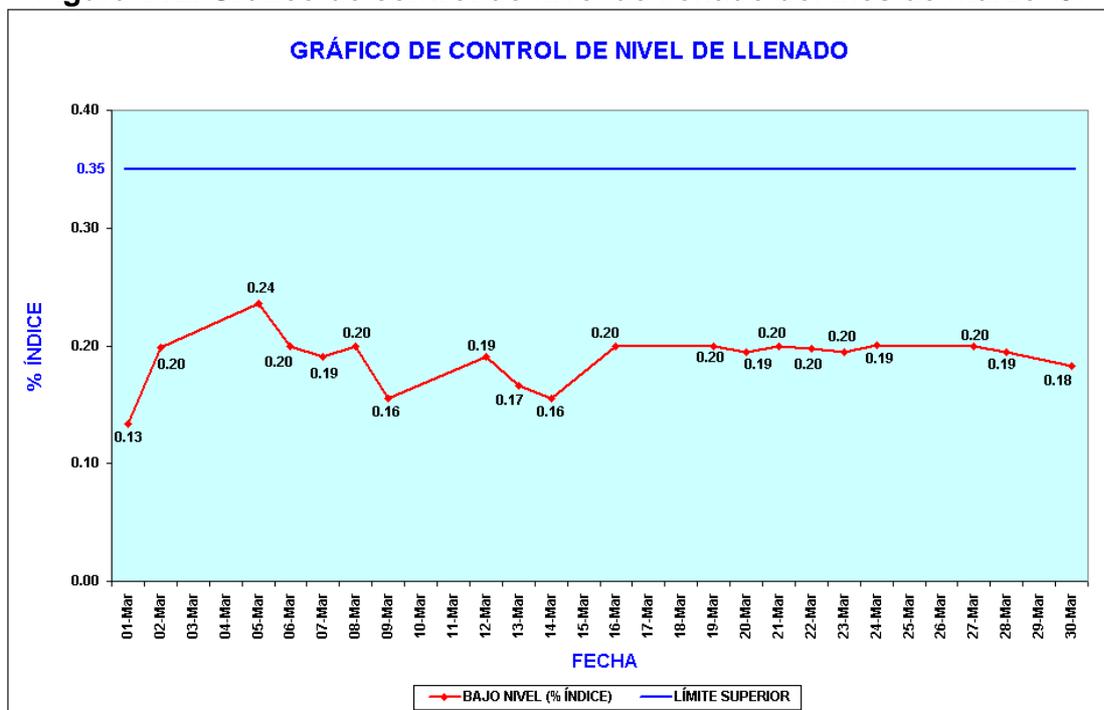
Tabla LXX. Tabla de recolección de datos de nivel de llenado de marzo '07
GRÁFICOS DE CONTROL

NIVEL DE LLENADO

FECHA	BAJO NIVEL (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Mar-07	0.13	0.35
02-Mar-07	0.20	0.35
05-Mar-07	0.24	0.35
06-Mar-07	0.20	0.35
07-Mar-07	0.19	0.35
08-Mar-07	0.20	0.35
09-Mar-07	0.16	0.35
12-Mar-07	0.19	0.35
13-Mar-07	0.17	0.35
14-Mar-07	0.16	0.35
16-Mar-07	0.20	0.35
19-Mar-07	0.20	0.35
20-Mar-07	0.19	0.35
21-Mar-07	0.20	0.35
22-Mar-07	0.20	0.35
23-Mar-07	0.19	0.35
24-Mar-07	0.20	0.35
27-Mar-07	0.20	0.35
28-Mar-07	0.19	0.35
30-Mar-07	0.18	0.35

Fuente: Elaboración propia

Figura 112. Gráfico de control de nivel de llenado del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXXI. Tabla de recolección de datos sobre defectos físicos del mes de marzo '07

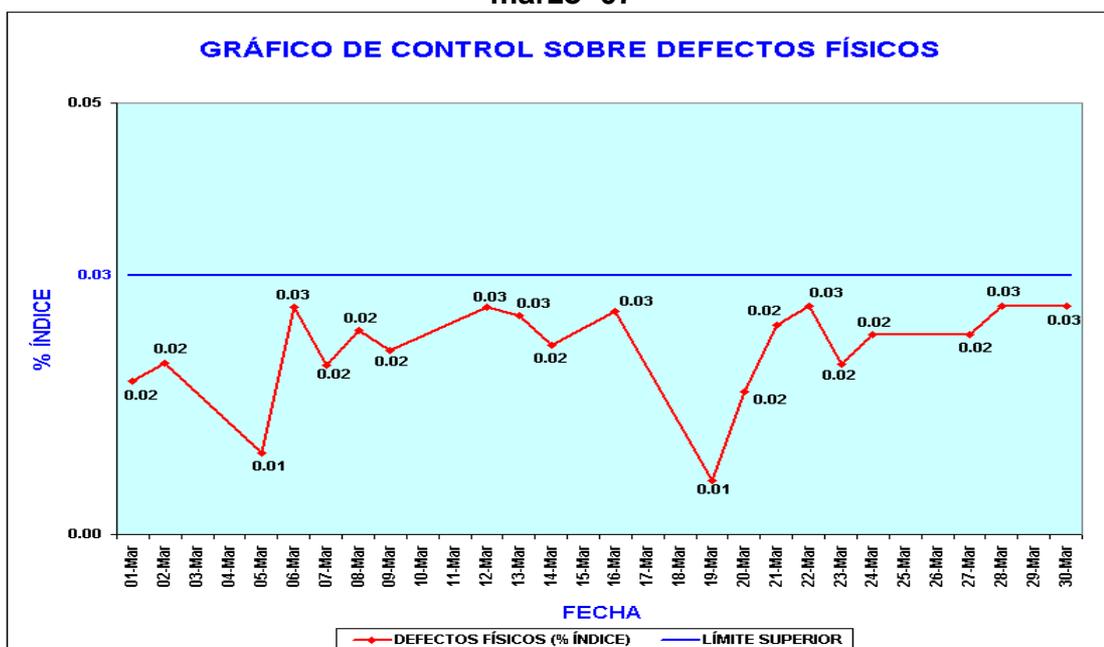
GRÁFICOS DE CONTROL

DEFECTOS FÍSICOS

FECHA	DEFECTOS FÍSICOS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Mar-07	0.02	0.03
02-Mar-07	0.02	0.03
05-Mar-07	0.01	0.03
06-Mar-07	0.03	0.03
07-Mar-07	0.02	0.03
08-Mar-07	0.02	0.03
09-Mar-07	0.02	0.03
12-Mar-07	0.03	0.03
13-Mar-07	0.03	0.03
14-Mar-07	0.02	0.03
16-Mar-07	0.03	0.03
19-Mar-07	0.01	0.03
20-Mar-07	0.02	0.03
21-Mar-07	0.02	0.03
22-Mar-07	0.03	0.03
23-Mar-07	0.02	0.03
24-Mar-07	0.02	0.03
27-Mar-07	0.02	0.03
28-Mar-07	0.03	0.03
30-Mar-07	0.03	0.03

Fuente: Elaboración propia

Figura 113. Gráfico de control sobre defectos físicos del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXXII. Tabla de recolección de datos sobre producto defectuoso del mes de marzo '07

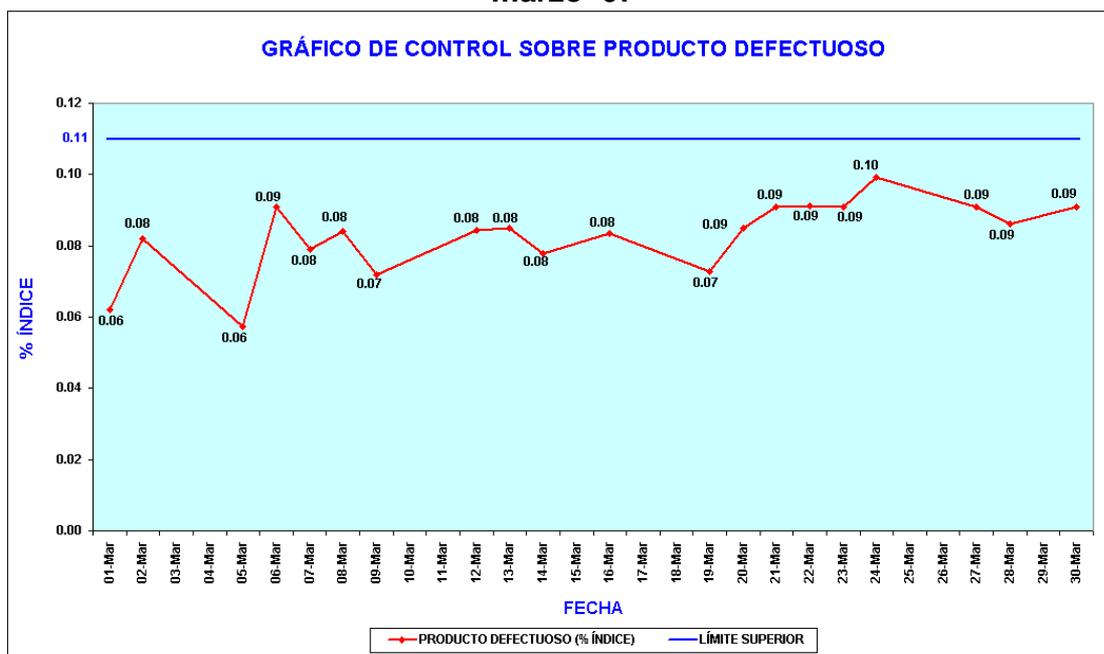
GRÁFICOS DE CONTROL

PRODUCTO DEFECTUOSO

FECHA	PRODUCTO DEFECTUOSO (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Mar-07	0.06	0.11
02-Mar-07	0.08	0.11
05-Mar-07	0.06	0.11
06-Mar-07	0.09	0.11
07-Mar-07	0.08	0.11
08-Mar-07	0.08	0.11
09-Mar-07	0.07	0.11
12-Mar-07	0.08	0.11
13-Mar-07	0.08	0.11
14-Mar-07	0.08	0.11
16-Mar-07	0.08	0.11
19-Mar-07	0.07	0.11
20-Mar-07	0.09	0.11
21-Mar-07	0.09	0.11
22-Mar-07	0.09	0.11
23-Mar-07	0.09	0.11
24-Mar-07	0.10	0.11
27-Mar-07	0.09	0.11
28-Mar-07	0.09	0.11
30-Mar-07	0.09	0.11

Fuente: Elaboración propia

Figura 114. Gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Tabla LXXIII. Tabla de recolección de datos sobre roturas de envases de marzo '07

GRÁFICOS DE CONTROL

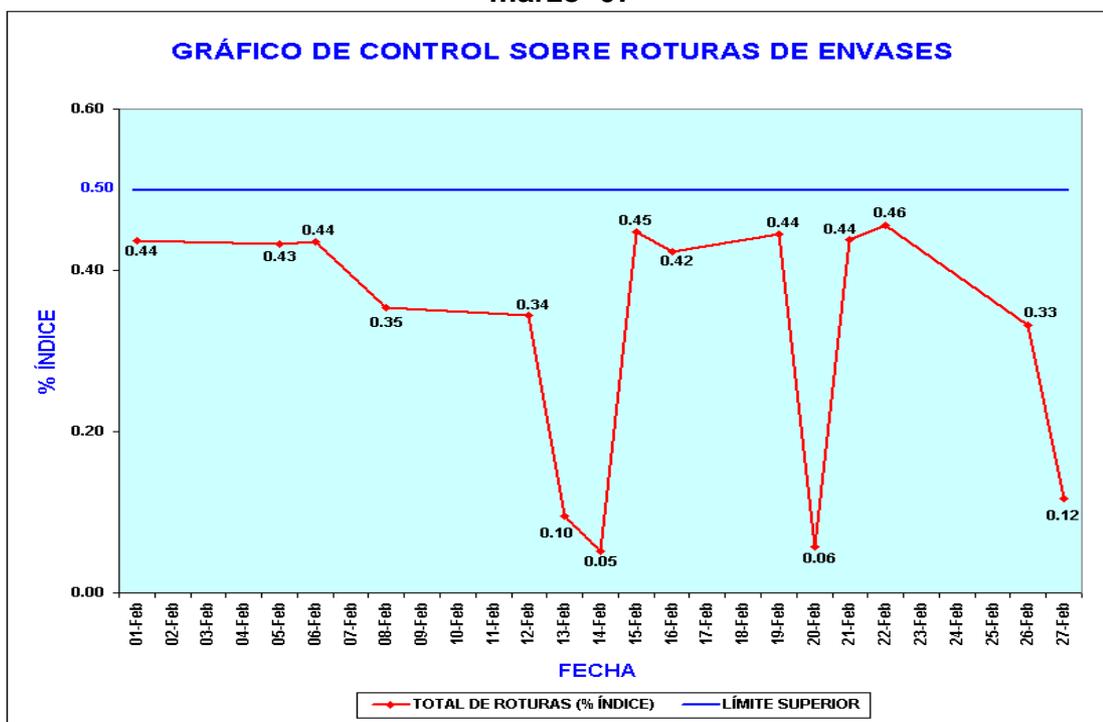
ROTURA DE ENVASES

FECHA	DESENCAJONADORA (% ÍNDICE)	LAVADORA (% ÍNDICE)	LLENADORA (% ÍNDICE)	EMPACADORA (% ÍNDICE)	PALETIZADORA (% ÍNDICE)	TOTAL DE ROTURAS (% ÍNDICE)	LÍMITE SUPERIOR
01-Mar-07	0.01	0.23	0.01	0.02	0.00	0.27	0.50
02-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.02	0.00	0.33	0.50
05-Mar-07	0.01	0.29	0.01	0.01	0.00	0.43	0.50
06-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.34	0.50
07-Mar-07	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.32	0.50
08-Mar-07	0.00	0.28	0.00	0.01	0.00	0.33	0.50
09-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.01	0.00	0.33	0.50
12-Mar-07	0.00	0.29	0.01	0.00	0.00	0.35	0.50
13-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.02	0.00	0.34	0.50
14-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.02	0.00	0.33	0.50
16-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.01	0.00	0.34	0.50
19-Mar-07	0.00	0.27	0.01	0.00	0.00	0.33	0.50
20-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.01	0.00	0.33	0.50
21-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.01	0.00	0.33	0.50
22-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.02	0.00	0.34	0.50
23-Mar-07	0.00	0.28	0.00	0.02	0.00	0.34	0.50
24-Mar-07	0.01	0.27	0.00	0.01	0.00	0.31	0.50
27-Mar-07	0.01	0.29	0.00	0.01	0.00	0.32	0.50
28-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.01	0.00	0.34	0.50
30-Mar-07	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.32	0.50

TOTALES	0.01	0.29	0.01	0.02	0.01	0.33
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

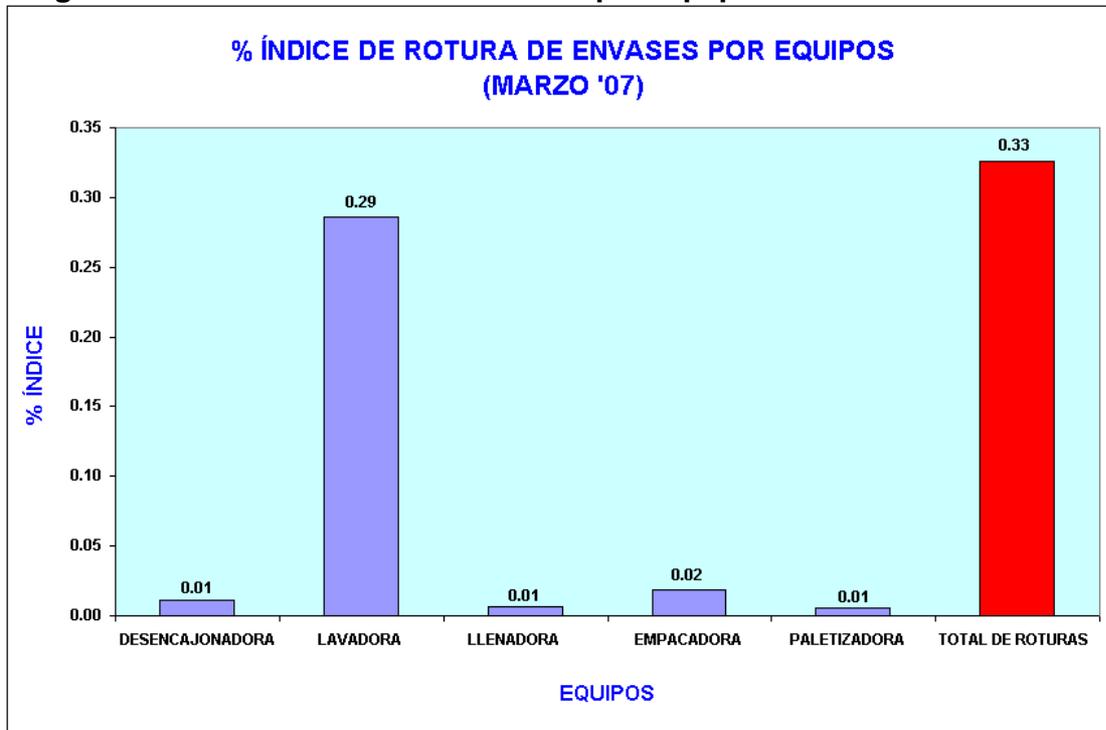
Fuente: Elaboración propia

Figura 115. Gráfico de control sobre rotura de envases del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Figura 116. Gráfico rotura de envases por equipos del mes de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

- Resultados obtenidos

A continuación se presentan los resultados de la última prueba piloto:

- En el gráfico de control de envase sucio del mes de marzo'07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.15 como envase sucio se mantuvo. Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre envase sucio del mes de marzo '07, se encuentran bajo control.
- En el gráfico de control de nivel de llenado del mes de marzo '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.35 de desperdicio de envase como bajo nivel se mantuvo.

Para lograr lo anterior, se propusieron acciones de mejora sobre la llenadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), que hasta el momento han dado buenos resultados, a fin de concluir que los datos sobre desperdicio de envase generado por bajo nivel de llenado durante el mes de marzo '07, se mantuvieron bajo control.

- En el gráfico de control sobre defectos físicos del mes de marzo '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.03 se mantuvo sin excederlo, aún cuando se obtuvieron varios días con un índice similar al límite superior (valores aproximados a 0.03).

Lo anterior indica que las propuestas de mejora sobre la lavadora (ver sección 4.1.7.2. inciso b), surgieron efecto a fin de concluir que los datos sobre defectos físicos del mes marzo '07, se encuentran bajo control.

- En el gráfico de control sobre producto defectuoso del mes de marzo '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener hasta un límite superior de 0.11, se mantuvo. Para evitar que los índices individuales fueran mayores al límite superior se continuó reforzando cada vez más las siguientes actividades:
 - ▶ Mantenimiento preventivo al coronador, para evitar desperdicio por falta de tapa.
 - ▶ Reparación y ajustes a las cañas y válvulas de llenado.
 - ▶ Los supervisores de producción evalúen adecuadamente los cambios de presentación.
 - ▶ Los operadores de las lámparas de vacío fueron capacitados para eliminar el envase sucio y aquellos con defectos físicos, para evitar que fuera llenado y posteriormente retirado en las lámparas de lleno, etc.

Con lo propuesto anterior, se logró resultados satisfactorios a fin de concluir que los datos sobre producto defectuoso generados en el mes de marzo '07, se mantuvieron bajo control.

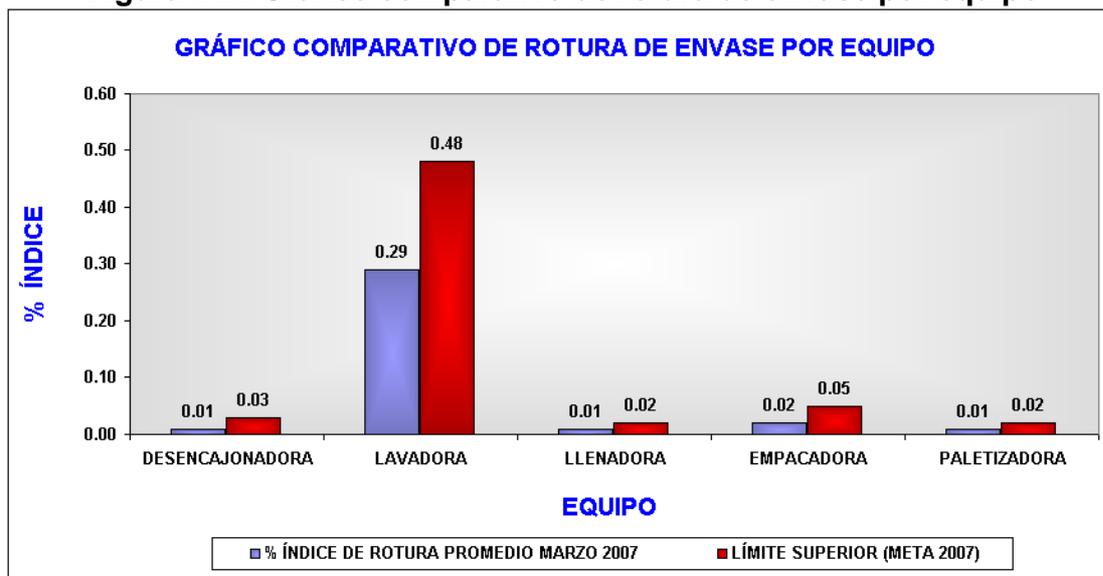
- En cuanto al gráfico de control sobre rotura de envases del mes de marzo '07, se puede apreciar que la tendencia de mantener la rotura en los equipos hasta un límite superior de 0.50 se encuentra bajo control. En cuanto a las metas individuales por equipos, se tuvieron resultados satisfactorios, los cuales se presentan a continuación:

Tabla LXXIV. Tabla de comparación de resultados sobre rotura de envases por equipos en el mes de marzo '07

EQUIPO	% ÍNDICE DE ROTURA PROMEDIO MARZO 2007	LÍMITE SUPERIOR (META 2007)
DESECAJONADORA	0.01	0.03
LAVADORA	0.29	0.48
LLENADORA	0.01	0.02
EMPACADORA	0.02	0.05
PALETIZADORA	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia

Figura 117. Gráfico comparativo de rotura de envase por equipo



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior refleja que las propuestas de mejora en los equipos (ver sección 4.1.7.2. inciso 2, Actividades de mejora implementadas), han dado resultados satisfactorios en la minimización del desperdicio de envase retornable tanto en forma global como individual, lo cual permite concluir que se encuentra bajo control.

b. Ejecución de actividades y acciones para mejorar la efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas que le reportan

A continuación se muestra una sección donde se indican los principales problemas de los equipos de línea, que fueron detectados por los gráficos de control de los meses de octubre a diciembre de 2006 y de enero a marzo de 2007, así como de las acciones que se implementaron para reducirlos y no contribuir al desperdicio de envase retornable.

Para mejorar la efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas que le reportan, se hizo necesaria la implementación de un formato electrónico llamado reporte de atención a fallas mecánicas, con el propósito de medir el status en que se encuentra la reparación de dichas fallas. Cada reporte de atención a fallas mecánicas va asociado con la elaboración de los gráficos de control según el mes de operación.

- Acción a implementar

- Mantenimiento elaborará un plan de trabajo acorde al reporte de fallas entregado por los operadores de producción, asignando el personal y repuestos necesarios.

- **Indicador de medición**

- 100 % de actividades de atención a fallas bien realizadas.

- **Procedimiento de implementación de acciones**

Establecer un reporte de atención a fallas mecánicas donde se verifique su efectividad. El procedimiento para elaborar este reporte es el siguiente:

- El operador de equipo, solicita a su jefe inmediato (supervisor de producción), el reporte de fallas (documento confidencial del sistema de calidad Coca Cola).
- El operador de equipo, genera el reporte de fallas y se lo entrega a su jefe inmediato (supervisor de producción).
- Éste último, hace entrega del reporte de fallas generado, al jefe de mantenimiento mecánico.
- El jefe de mantenimiento mecánico elabora un plan de trabajo acorde a los reportes de fallas recibidos, asignando al personal responsable para ejecutar el plan y proporcionarles los repuestos necesarios.
- Se procede a reparar las fallas de acuerdo al plan de trabajo, por el supervisor de mantenimiento, encargados de taller y mecánicos de línea.
- Reparadas las fallas, el supervisor de producción, evalúa el estatus comparando lo indicado en el reporte de fallas con la calidad del trabajo realizado.
- Por último, el supervisor de producción llena con información el reporte de atención a fallas mecánicas así:
 - ▶ Fecha: Se debe anotar la fecha de elaboración del reporte de fallas.

- ▶ Equipo: Se debe anotar el nombre del equipo que provoca la falla que genera desperdicio de envase retornable.
- ▶ Descripción de las fallas: Se debe anotar el motivo de la falla del equipo (se reportan solo aquellas que provocan desperdicio de envase retornable).
- ▶ Estatus de la actividad: Se debe evaluar el avance de la actividad de reparación de la falla como realizado o pendiente, con una "X".
- ▶ Efectividad: Evaluación en % de la efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas que le reportan. El cálculo de efectividad, se obtiene así:

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{\# actividades realizadas}}{(\text{\# actividades realizadas} + \text{\# actividades pendientes})}$$

Esta acción se implementa, con el propósito de retroalimentar al departamento de mantenimiento sobre la efectividad en los trabajos realizados, sobre las fallas reportadas por los operarios durante y después de las jornadas de producción y aquellas generadas como resultados de los gráficos de control, con el propósito de minimizarlas y evitar paros de producción prolongados y por lo tanto generar desperdicio de envase retornable.

A continuación se presentan los reportes de atención a fallas mecánicas de los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006.

Tabla LXXV. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de octubre '06

Mes: Octubre '06		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS	Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ESTATUS	
			REALIZADO	PENDIENTE
07/10/06	Lavadora	Revisar agitador de mesa. Componer sistema electrico.	X	
09/10/06	Paletizadora	Revisar los rodos los que hacen que levanten la tarima al elevador, no suben	X	
10/10/06	Llenadora	Ajustar la estrella del tazón se encuentra floja	X	
10/10/06	Empacadora	Revisar ganchos que empujan la cajilla hay unos mas altos que otros y traban la cailla mesa	X	
10/10/06	Lavadora	Cambiar pedazo de manguera de la bomba 1 apretar tornillos de la caja 1.	X	
11/11/06	Empacadora	Arreglar el transportador de la cajilla, ya que no se alinea cuando encaja. Ojo rotura de producto	X	
14/10/06	Llenadora	Ajustar estrella de entrada al tazón. Cambiar guia plastica del sellador. Corregir altura cilindros		X
16/10/06	Desempacadora	Arreglar el Sploker de entrada de cajilla. Revisar transportador de descarga de envase	X	
16/10/06	Llenadora	Reparar fuga de aire de cilindros 12 y 19. Cambiar manometro de tem. Del tazón.	X	
17/10/06	Llenadora	Revisar cilindros no suben por posibles fugas		X
18/10/06	Lavadora	Revisar luces de tableros de entrada y salida. Cambiar niple de salida del tanque de enjuague 1		X
19/10/06	Lavadora	Revisar luces de tableros. Cambiar niple del tanque de enjuague bomba 1. Mueble para chor		X
19/10/06	Lavadora	Revisar valvula de enjuague final esta atorada	X	
20/10/06	Lavadora	Revisar y alinear carros del enjuague final quiebra botellas. Revisar luces de tableros		X
20/10/06	Lavadora	Alinear los carros de enjuague de salida estan atrazados y quiebran botellas. Rev. Luces de tab		X
23/10/06	Lavadora	Levantar los carros de los enjuagues de salida. Ajustarlos con los gones		X
24/10/06	Empacadora	Tornillos del elevador estan flojos, favor apretarlos	X	
24/10/06	Llenadora	Ajustar la presión de los cilindros para colocar adecuadamente las cañas	X	
25/10/06	Desempacadora	Arreglar el transportador donde descarga el envase		X
25/10/06	Paletizadora	Revisar el ascensor de tarima llena, no baja. Solo manual baja		X
26/10/06	Paletizadora	Revisar el ascensor de tarima llena, no baja. Responde únicamente en forma manual.	X	
26/10/06	Empacadora	Nivelar el elevador del eje, lo han sodado varias veces y se despegar constantemente		X
27/10/06	Desempacadora	Arreglar el sploker de plastico derecho en la salida de la desempacadora se afloja demasiado		X
30/10/06	Llenadora	Sellar fuga del cilindro No. 10	X	
30/10/06	Lavadora	Levantar los carros de enjuague final, estan muy bajos no centran la botella	X	
EFFECTIVIDAD 54.17%			13	11

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXXVI. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de noviembre '06

Mes: Noviembre '06		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS	Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLAS	ESTATUS	
			REALIZADO	PENDIENTE
02/11/06	Llenadora	Sellar fuga del cilindro No. 10, no está llenando al nivel deseado		X
03/11/06	Llenadora	Sellar fuga del cilindro No. 10	X	
02/11/06	Empacadora	Arreglar la cadena torcida de la máquina No. 2		X
05/11/06	Paletizadora	Arreglar el rastrillo que empuja las cajas sobre la tarima, ya que no las coloca en buena posición	X	
08/11/06	Desempacadora	Arreglar el transportador de descarga de envase y tambien el freno de salida de cajilla	X	
09/11/06	Desempacadora	Arreglar las tulipas de las campanas ya aflojan los envases		X
10/11/06	Lavadora	Revisar las campanas de los canjilones están desalineados y provocan rotura de envases	X	
10/11/06	Llenadora	Revisar las cañas ya que quieren ajustes desde los cilindros	X	
11/11/06	Paletizadora	Reparar el transportar que dirige la tarima cuando contiene producto final	X	
14/11/06	Llenadora	Reparar la presión de todos los cilindros, ya que pueden provocar bajo nivel	X	
15/11/06	Empacadora	Revisar los ascensores de cajillas, le dan vuelta a la misma y se cae el producto		X
20/11/06	Llenadora	Revisar la fotocelda del coronador no esta dando señal, hace que el envase con producto no tenga tapa	X	
21/11/06	Llenadora	Favor de cambiar resorte exterior de los coronadores 3, 7 y 8, la tapa no se ajusta adecuadamente		X
22/11/06	Empacadora	Reparar las excéntricas de cajillas	X	
23/11/06	Lavadora	Cambiar el cable que toca los conos del pre enjuague	X	
23/11/06	Llenadora	Cambiar resortes del coronador 7 y 8. Ajustar estrella de salida del tazón ya que bota el envase		X
23/11/06	Lavadora	Cambiar las coronas de los canjilones de adentro, están quebrando demasiado envase	X	
23/11/06	Paletizadora	Revisar las paletizadora No. 1 por que no baja la tarima llena.	X	
28/11/06	Empacadora	Comprar guías para las parrillas de los cabezales de 12 onz., ya que puede quebrar producto lleno		X
28/11/06	Llenadora	Revisar cilindros No. 32, 42, 51, tienen fuga y provocan explosiones que quiebran los envases	X	
29/11/06	Paletizadora	Revisar el transportador que va de la empacadora hacia la paletizadora No. 2, problema con la cadena	X	
29/11/06	Llenadora	Sellar fuga de los cilindros 16 y 25	X	
30/11/06	Desempacadora	Revisar el transportador, hay problemas con el motor		X
30/11/06	Lavadora	Revisar la bomba de presión, ya que ésta no sube.	X	
30/11/06	Empacadora	Subir guía de la cadena que empuja la caja de la parte de afuera	X	
EFFECTIVIDAD 68.00%			17	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXXVII. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de diciembre '06

Mes: Diciembre'06		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS		Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ESTATUS		
			REALIZADO	PENDIENTE	
01/12/06	Empacadora	Colocar los avanzadores de cajilla en su posición, tienen falla al realizar su movimiento.	X		
01/12/06	Desempacadora	Revisar el cabezal de la desempacadora porque esta demasiado floja		X	
02/12/06	Lavadora	Reparar las guías de la mesa, para evitar que quiebren envases. Poner electroválvula en su lugar		X	
04/12/06	Llenadora	Revisar la barra del cilindro No. 4 la barra quiere soldadura, ya que no llena bien el envase	X		
06/12/06	Llenadora	Ajustar estrella de salida del tazón. Cambiar plataformas de coronador están gastadas y afloja el envase		X	
08/12/06	Lavadora	Revisar las bombas No. 2, 3, y 4 no levantan presión y llenan inadecuadamente el producto	X		
08/12/06	Llenadora	Revisar caja reductora ya que hay problemas con el llenado de los envases	X		
11/12/06	Llenadora	Ajustar estrella de entrada y salida del tazón ya que provoca desperdicio de envase por salirse	X		
13/12/06	Lavadora	Revisar la bomba 4 hace ruido de cojinetes y caliente. Cambiar el sello de la bomba	X		
13/12/06	Llenadora	Revisar todos los cilindros y la fotocelda del coronador no está dando señal y sale producto sin tapa	X		
16/12/06	Llenadora	Cambiar fotocelda del coronador no sirve. No identifica producto mismo, que sale sin tapa		X	
18/12/06	Lavadora	Componer la caja No. 4 esta quebrada le falta un tornillo a la otra. Alinear los carros para envases	X		
20/12/06	Desempacadora	Arreglar el freno de la cajilla porque se queda trabado	X		
21/12/06	Llenadora	Sellar fuga de cilindros 32, 43 y 17.	X		
26/12/06	Llenadora	Sellar fuga de cilindros 9, 10 y 24	X		
26/12/06	Paletizadora	Reparar codo del transportador de la paletizadora 1 contenido producto lleno	X		
27/12/06	Empacadora	Cambiar sploker que empuja la caja del lado de afuera	X		
27/12/06	Desempacadora	Arreglar el transportador de descarga de envase porque quiebra las guías del transportador	X		
30/12/06	Paletizadora	Cambiar la faja que sube al elevador. Puede provocar que caigan las botellas de las cajas.	X		
EFFECTIVIDAD 78.95%			15	4	

Fuente: Elaboración propia

- Resultados de las acciones (octubre-noviembre-diciembre '06)

A continuación se presentan los resultados globales obtenidos de las pruebas piloto efectuadas en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006, en cuanto a la efectividad de servicio de atención a fallas mecánicas, sobre los problemas que provocan desperdicio de envase retornable en los equipos de línea:

Tabla LXXVIII. Tabla de comparación de resultados en base a efectividad de trabajo

REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS				
MESES	ESTATUS DE FALLA		TOTAL DE FALLAS	% EFECTIVIDAD
	REALIZADA	PENDIENTE		
Octubre '06	13	11	24	54.17
Noviembre '06	17	8	25	68.00
Diciembre '06	15	4	19	78.95
GLOBAL	45	23	68	66.18

Fuente: Elaboración propia

Nota: El dato global se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$\text{Global} = \frac{\text{Cantidad de actividades realizadas en los tres meses}}{\text{Sumatoria de actividades pendientes y realizadas en los tres meses}}$$

Después de haber obtenido un porcentaje global, se propusieron las siguientes metas:

- Que en el año 2007, el % global de efectividad de servicio sea mayor al logrado durante el año 2006 (de octubre a diciembre de 2006).
- **Resultados de las acciones (enero-febrero-marzo '07)**
- **Enero '07**

Tabla LXXIX. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de enero '07

Mes: Enero '07		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS	Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ESTATUS	
			REALIZADO	PENDIENTE
02/01/07	Empacadora	Arreglar los empujadores de cajilla, están desgastados y torcidos, haciendo caer la caja con producto	X	
04/01/07	Lavadora	Revisar los gonces de las campanas, están quebrando envases	X	
05/01/07	Llenadora	Ajustar la estrella de la salida del tazón, demasiado desperdicio	X	
05/01/07	Paletizadora	Arreglar la faja transportadora		X
09/01/07	Empacadora	Reparar la fotocelda de activación de movimientos de envase	X	
10/01/07	Lavadora	Revisar la temperatura de lavado	X	
11/01/07	Empacadora	Arreglar los elevadores y guías de descarga, están sin balance provocando la caída de demasiada botella	X	
11/01/07	Llenadora	Ajustar los cilindros y roscas de llenado	X	
16/01/07	Lavadora	Revisar los embudos de los chorros ya que está saliendo mucho envase sucio.	X	
16/01/07	Paletizadora	Arreglar el elevador de cajilla, ya que da señal de abrir la compuerta ocasionando que la caja caiga	X	
16/01/07	Desencajonadora	Reparar el transportador de traslado de cajilla.	X	
17/01/07	Llenadora	Revisar las válvulas ya que está saliendo producto de bajo nivel	X	
18/01/07	Desencajonadora	Revisar las campanas, algunas están desajustadas provocando que se caiga el producto	X	
18/01/07	Paletizadora	Arreglar la paletizadora No.2, ya que no da orden de sacar tarima		X
19/01/07	Empacadora	Reparación de cabezales de salida de envase	X	
20/01/07	Llenadora	Reparar el centrador, demasiadas explosiones	X	
22/01/07	Lavadora	Ajustar la mangueras de la bomba No. 1, se encuentran flojas		X
23/01/07	Llenadora	Sellar fuja en los cilindros 41 y 42	X	
26/01/07	Empacadora	Reparar los rodillos de salida de cajilla, provocando que otra caiga sobre ésta ocasionado desperdicio	X	
29/01/07	Lavadora	Reparar la paleta de movimiento de canchales, se atranca constantemente	X	
30/01/07	Llenadora	Arreglar las mariposas de llenado de válvulas se encuentran desgastadas provocando espumeo	X	
EFFECTIVIDAD 85.71%			18	3

Fuente: Elaboración propia

- ▶ En el mes de enero '07 se logró una efectividad de 85.71%, superando este valor al del mes de diciembre '06 (78.95%).
- ▶ La mayoría de actividades encaminadas a solucionar las fallas fueron realizadas de acuerdo al plan de trabajo elaborado por mantenimiento durante el mes de enero '07.

- **Febrero '07**

Tabla LXXX. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de febrero '07

Mes: Febrero '07		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS	Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ESTATUS	
			REALIZADO	PENDIENTE
01/02/07	Desempacadora	Tensar la faja del transportador, bota demasiado envase	X	
03/02/07	Empacadora	Revisar el elevador esta flojo y hace caer el producto	X	
05/02/07	Desempacadora	Cambiar algunas tulipas, están flojas		X
05/02/07	Empacadora	Revisar las guías que sujetan el envase	X	
05/02/07	Llenadora	Revisar los cilindros de la llenadora hay unos más altos.	X	
05/02/07	Lavadora	Revisar los chorros	X	
06/02/07	Llenadora	Sellar la fuga de los cilindros 10 y 35	X	
06/02/07	Paletizadora	Reparar los ascensores de cajilla	X	
06/02/07	Llenadora	Revisar el coronador No. 9 esta muy bajo y trava la corcholata	X	
07/02/07	Paletizadora	Revisar la caja de la palelizadora No. 2, está botando producto	X	
08/02/07	Empacadora	Arreglar la mesa del elevador porque quiebra envase	X	
12/02/07	Llenadora	Revisar las mariposas y centradores	X	
11/02/07	Desempacadora	Cambiar las campanas	X	
15/02/07	Llenadora	Ajustar estrella de salida del tazón. El envase se trava y quiebra	X	
20/02/07	Empacadora	Reparar los rodillos que mueven la cajilla con producto	X	
20/02/07	Llenadora	Reparar deflector de la llenadora		X
20/02/07	Llenadora	Sellar fuga del cilindro 39		X
22/02/07	Empacadora	Cambiar guías del cabezal porque esta quebrando mucha botella	X	
24/02/07	Desempacadora	Arreglar el freno esta de salida de cajilla esta cortado	X	
26/02/07	Paletizadora	Reparar la compuerta que deja caer el producto, nos e controla con sistema eléctrico	X	
27/02/07	Lavadora	Reparar la guía donde se colocan los canjilones, está floja y quiebra envase	X	
28/02/07	Lavadora	Reparar cadena de mesa de carga de envase, está floja botando envase	X	
EFFECTIVIDAD 86.36%			19	3

Fuente: Elaboración propia

- ▶ En el mes de febrero '07 se logró una efectividad de 86.36%, superando este valor al del mes de enero (85.71%).
- ▶ La mayoría de actividades encaminadas a solucionar las fallas fueron realizadas de acuerdo al plan de trabajo elaborado por mantenimiento durante el mes de febrero '07.

- Marzo '07

Tabla LXXXI. Reporte de atención a fallas mecánicas del mes de marzo '07

Mes: Marzo '07		REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS	Producción	
FECHA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ESTATUS	
			REALIZADO	PENDIENTE
01/03/07	Llenadora	Ajustar estrella de entrada y salida del tazón	X	
01/03/07	Empacadora	Revisar el freno tiene demasiada fuga y quiebra envase	X	
03/03/07	Paletizadora	Revisar el ascensor de cajilla	X	
05/03/07	Empacadora	Nivelar guías de los rodos que movilizan la cajilla con producto	X	
05/03/07	Llenadora	Revisar cañas	X	
05/03/07	Llenadora	Revisar centradores y mariposas de llenado	X	
06/03/07	Paletizadora	Reparar elevador de tarima llena	X	
07/03/07	Llenadora	Revisar válvulas 4, 5, 9, 10, 25, 27, 39, 40, 43, 46, 53, 54, 55 y 60, no sellan	X	
08/03/07	Llenadora	Ajustar estrella de salida y entrada del tazón	X	
08/03/07	Paletizadora	Revisar el sistema eléctrico del ascensor de tarima se dispara, tarima vacía	X	
09/03/07	Lavadora	Revisar los chorros de limpieza de envase	X	
05/03/07	Paletizadora	Reparar compuerta de tarima llena	X	
10/03/07	Desempacadora	Arreglar el tornillo del motor de ascenso de envase	X	
15/03/07	Empacadora	Reparar guarda que tapa el envase		X
17/03/07	Paletizadora	Reparar transportador de tarima	X	
24/03/07	Desempacadora	Cambiar tulipas, algunas están quebradas y quiebra envase	X	
25/03/07	Llenadora	Revisar la presión de los cilindros que sujetan para que no caigan	X	
27/03/07	Empacadora	Cambiar la guía que sujeta el envase en el ascensor	X	
27/03/07	Lavadora	Revisar cadena del transportador de salida, hay una más rápida que la otra		X
28/03/07	Llenadora	Ajustar cañas y válvulas	X	
29/03/07	Empacadora	Reparar freno de cajilla	X	
29/03/07	Desempacadora	Reparar campanas hay unas flojas y sueltan el envase		X
29/03/07	Paletizadora	Reparar banda transportadora de paletizadora No. 1	X	
29/03/07	Llenadora	Ajustar la estrella de salida del tazón	X	
29/03/07	Lavadora	Lavar y mantenimiento de embudo de chorros	X	
30/03/07	Empacadora	Reparar los rodillos	X	
31/03/07	Paletizadora	Reparar los ascensores de tarima, porque dejan caer producto		X
31/03/07	Desempacadora	Reparar el elevador de envase	X	
31/03/07	Lavadora	Apretar las tuercas de los canchilones, están flojos y pueden quebrar envase	X	
31/03/07	Llenadora	Ajustar las mariposas de llenado	X	
EFFECTIVIDAD 86.67%			26	4

Fuente: Elaboración propia

- ▶ En el mes de marzo '07 se logró una efectividad de 86.67%, superando este valor al del mes de febrero '07 (86.36%).
- ▶ La mayoría de actividades encaminadas a solucionar las fallas fueron realizadas de acuerdo al plan de trabajo elaborado por mantenimiento durante el mes de marzo '07.

- **Actividades de mejora implementadas**

Para lograr alcanzar las metas anteriores, fue ardua la coordinación de la ejecución de actividades con el departamento de mantenimiento, para atender las fallas que generan desperdicio de envase, por los equipos de la línea 1.

A continuación se muestra una sección de fotos, donde se indican las actividades de mejora sobre las fallas reportadas.

- **Desencajonadora**

Figura 118. Reparación de campanas en las tulipas



Fuente: Investigación de campo

- **Lavadora**

Figura 119. Mantenimiento de embudo de chorros para mejor limpieza de envases



Fuente: Investigación de campo

- Llenadora

Figura 120. Ajustes a la estrella de salida del tazón



Fuente: Investigación de campo

Figura 121. Ajustes a los cilindros y roscas de llenado



Fuente: Investigación de campo

Figura 122. Reparación de mariposas de llenado de válvulas



Fuente: Investigación de campo

Figura 123. Inspección de mariposas de llenado de válvulas durante operación



Fuente: Investigación de campo

Figura 124. Reparación de centradores de colocación de envases en llenadora



Fuente: Investigación de campo

Figura 125. Inspección de reparación de centradores



Fuente: Investigación de campo

- Empacadora

Figura 126. Operación de reparación de empujadores de cajilla



Fuente: Investigación de campo

Figura 127. Empujadores reparados listos para operación



Fuente: Investigación de campo

Figura 128. Arreglar la fotocelda de activación de movimientos de envase



Fuente: Investigación de campo

Figura 129. Reparación de los elevadores y guías de descarga de envase con producto



Fuente: Investigación de campo

Figura 130. Reparación de cabezales de salida de envase



Fuente: Investigación de campo

Figura 131. Reparación de rodillos de salida de cajilla



Fuente: Investigación de campo

- Paletizadora

Figura 132. Reparación de elevador de cajilla



Fuente: Investigación de campo

Figura 133. Reparación de ascensor de tarima



Fuente: Investigación de campo

Originado de estas actividades se propusieron otras mejoras en los equipos, que no se incluyeron en el reporte de efectividad, siendo éstas las siguientes:

- **Cambio de bolsillos en la lavadora**

Esta actividad se realizó en el equipo lavadora. La misma consistió en cambiar bolsillos defectuosos en los canjilones (cada canjilón contiene 32 bolsillos). Los bolsillos al no tener cambio, resguardan fácilmente suciedad, lo cual hace que los envases salgan sucios o por la temperatura de lavado, se degradan ocasionando una desalineación de las campanas internas en los canjilones internos, provocando rotura de envases. Esto es ocasionado por el movimiento del carro, ya que la posición de los envases en los bolsillos de un canjilón no coincide con la posición de otro canjilón interno.

Con el cambio de bolsillos, los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios, ya que se tuvo una consistencia buena disminuyendo la rotura de envase (ver sección de gráficos de control 4.1.7.2. inciso a, acción a implementar número 3.). A continuación se muestra el proceso de cambio de bolsillos en los canjilones:

Figura 134. Inspección de bolsillos defectuosos en el canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 135. Separar el bolsillo defectuoso del canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 136. Colocación de bolsillo nuevo en el canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 137. Colocación de sujetadores al bolsillo en el canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 138. Inspección sobre la colocación de bolsillos en el canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 139. Inspección final de colocado de bolsillos en el canjilón



Fuente: Investigación de campo

Figura 140. Funcionamiento de bolsillos nuevos en los canjilones



Fuente: Investigación de campo

c. Ejecución de actividades y acciones para minimizar los desperfectos y paros mecánicos por falta de mantenimiento preventivo que provoquen desperdicio de envase retornable

- Acción a implementar

1. Que el operario de la máquina sea el encargado de darle su mantenimiento preventivo.
2. Que el departamento de mantenimiento evalúe el funcionamiento de los equipos y detecte desperfectos mecánicos que pueden repercutir durante las producciones.

- **Indicador de medición**

- 100% de tareas programadas en el formato mantenimiento preventivo a equipos bien realizadas.
- 0% de presencia de desperfectos mecánicos.

- **Procedimiento de implementación de acciones**

Para implementar adecuadamente las acciones, es necesario cumplir con el siguiente procedimiento:

- Capacitar a los operadores de equipo sobre la importancia de realizar un mantenimiento preventivo a sus equipos.
- El operador realiza el mantenimiento preventivo a su equipo *.
- Seguido de realizar la actividad anterior, el operador llenará el formato mantenimiento preventivo a equipos, donde deja constancia del trabajo realizado. El formato diseñado se llena con la siguiente información:
 - ▶ Área: Se debe colocar producción.
 - ▶ Fecha: Se debe colocar la fecha de realización del mantenimiento preventivo.
 - ▶ Equipo: Se debe colocar el nombre del equipo al cual se le realiza su mantenimiento preventivo.
 - ▶ Estatus de las actividades principales a desarrollar: Se debe evaluar el avance de las actividades de mantenimiento como finalizada o pendiente con una "X".
 - ▶ Fallas encontradas: Se debe colocar las posibles fallas que el operador no pueda corregir y requiera apoyo del departamento de mantenimiento.

- Lleno el formato, el operador de equipo hace entrega del mismo al supervisor de producción.
 - El supervisor de producción evalúa las actividades de mantenimiento preventivo a los operadores de equipo, conforme la información descrita en el formato.
 - Después de la evaluación, el supervisor de producción hace entrega del formato mantenimiento preventivo a equipos al jefe de mantenimiento mecánico.
 - Seguido, el jefe de mantenimiento mecánico, elabora un plan de trabajo para corregir las fallas reportadas por los operadores a través del formato.
 - El monitoreo del indicador se verifica semanalmente (días sábados), en los que no se programe jornada de producción.
- * Sabiendo que por la magnitud de las máquinas, a veces es imposible que el operario realice completo su mantenimiento previo a una producción, pero ante esa situación se debe plantear, que el mismo se efectúe únicamente sobre las piezas o partes vitales de la máquina durante los días hábiles de producción, mientras que los días sábados, el mantenimiento preventivo a su equipo será abarcado totalmente. Esta acción permitirá a los operarios, poder diagnosticar e identificar posibles problemas que afectarán el funcionamiento de sus equipos en el futuro.

- Resultados de las acciones

- El formato que refleja la implementación de las acciones descritas anteriormente, se presenta a continuación:

Tabla LXXXII. Formato de mantenimiento preventivo a equipos

MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS			
Área:	Producción	Fecha:	
Equipo:		Nombre Operador:	
<u>ACTIVIDADES PRINCIPALES A DESARROLLAR</u>			
No.	Actividad	ESTATUS	
		Finalizada	Pendiente
1	Revisar el arranque de su equipo		
2	Realizar una prueba de operación para detectar posibles problemas		
3	Revisar las partes del equipo (piezas) que tengan contacto directo con el envase para evitar su desperdicio		
4	Realizar la lubricación y engrase		
5	Revisar la presión		
6	Realizarle la limpieza requerida		
7	Revisar las partes del equipo (piezas) claves en el funcionamiento del equipo		
8	Revisar los páneces de control y conexiones		
<u>FALLAS ENCONTRADAS</u>			
No.	Tipo de Falla		
1			
2			
3			
4			
5			

Fuente: Elaboración propia

- A continuación se muestra una sección de fotos en la cual se indica como los operarios realizan el mantenimiento preventivo a su equipo.

Figura 141. Mantenimiento preventivo a las tulipas y campanas que sujetan el envase



Fuente: Investigación de campo

Figura 142. Mantenimiento preventivo al coronador por el operador de la llenadora



Fuente: Investigación de campo

Figura 143. Mantenimiento preventivo de la mesa de carga de envase en la entrada de la lavadora (cambio de cadena del transportador)



Fuente: Investigación de campo

Figura 144. Mantenimiento preventivo de la mesa de carga de envase en la entrada de la lavadora (ajustes a las guías de la cadena)



Fuente: Investigación de campo

Figura 145. Mantenimiento preventivo a la paletizadora sobre las compuertas de cajillas



Fuente: Investigación de campo

- Después de haber efectuado el mantenimiento preventivo por los operadores, procedieron a llenar y entregar el formato respectivo.

Figura 146. Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por parte del operador de desencajonadora e indicación de falla reportada



Fuente: Investigación de campo

Figura 147. Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por el operador de la llenadora y recibimiento de pieza reparada



Fuente: Investigación de campo

Figura 148. Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por el operador de encajonadora e indicación de falla reportada



Fuente: Investigación de campo

Figura 149. Entrega del formato de mantenimiento preventivo a equipos por parte del operador de paletizadora e indicación de falla reportada



Fuente: Investigación de campo

- **Resultados obtenidos**

- Derivado de lo anterior, se pudo observar que los operarios reportaron futuras fallas que harían que sus equipos fueran inestables provocando desperdicio de envase retornable.
- Se está logrando una mayor vida útil de los equipos de la línea.
- Permite evaluar al operador sobre el mantenimiento preventivo realizado a su equipo.

d. Ejecución de actividades y acciones para otorgar la capacitación necesaria al operario sin experiencia en el uso de su máquina

- **Acción a implementar**

1. Otorgar la capacitación necesaria al operario en el uso de su máquina.
2. Evaluar el rendimiento del operador y de la máquina en cuanto al desperdicio de envase por máquina.

- **Indicador de medición**

- 100% de personal operativo capacitado.
- Mantener dentro de los límites de control, los datos correspondientes a la rotura de envase por equipos (desencajonadora, lavadora, llenadora, empacadora y paletizadora).

- **Resultados de la acción**

Esta acción es muy importante, ya que cuando se empezó este proyecto, el manejo de los equipos de la línea 1, era por medio de operadores nuevos, debido a la creación de nuevos turnos de producción.

Prueba de lo anterior, se generaba demasiado desperdicio de envase en lo que respecta a rotura de envase. Se propuso un plan de capacitaciones a los operadores nuevos, por parte de los operarios con experiencia. Dicha coordinación de capacitaciones fue realizada por el jefe y supervisores de producción, mientras que la medición del aprendizaje de los operadores nuevos, se realizó en base a los gráficos de control creados para la rotura de envases. Los resultados pueden verificarse en los gráficos de control de rotura de envase (ver sección 4.1.6.5. que antes de la implementación del proyecto, el índice de desperdicio de envase retornable ascendía a 0.73 en el mes de octubre de 2006. Luego de las propuestas de mejora, el desperdicio de envase retornable ha disminuido en cada mes, como sucedió en el último mes de implementación del proyecto (marzo 2007) donde el índice de desperdicio fue de 0.33).

e. Ejecución de actividades y acciones para monitorear el comportamiento del envase por el proceso de producción

- Acción a implementar

1. Monitorear el comportamiento del envase en su recorrido por el proceso de producción.

- Indicador de medición

- Después de haber realizado un estudio minucioso sobre el comportamiento de los diferentes tamaños de envases de vidrio (6.5, 12, 16 y 32 onzas), la forma, peso y la frecuencia para uso de llenado en producciones, se concluye que durante el presente proyecto, el tipo de envase sujeto a análisis es el de 354 ml. ó 12 onzas usado para la producción de Coca Cola.

- **Resultados de la acción**

Para comprobar que el envase de Coca Cola 354 ml (12 onzas), no presenta dificultades en su comportamiento durante el proceso de producción, se presentan los resultados de las acciones implementadas:

Figura 150. Ajustes del operador sobre el rodillo que moviliza el envase a la estrella de la llenadora



Fuente: Elaboración propia

Figura 151. Verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml sobre los transportadores del proceso



Fuente: Elaboración propia

Figura 152. Verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml, sobre la estrella de salida de la llenadora



Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Comparación de resultados

Este inciso, es la parte fundamental de medición del proyecto en sí, ya que indica los avances para minimizar el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA. La comparación de resultados se hará sobre las acciones y mejoras propuestas en el plan de acción elaborado.

Los resultados se muestran a continuación:

a. Ejecución de actividades y acciones para mejorar la eficiencia

- 1. Verificar cuales son los problemas que se tienen al arranque de producción en las líneas, para evitar el desperdicio de envase retornable logrando estabilizar la línea de producción.**
- 2. Que los arranques de producción sean tempranos y puntuales logrando estabilizar la línea de producción.**

Para mejorar la eficiencia, un aspecto muy importante son los arranques de línea. Una vez que se establezca la línea, hay altas posibilidades de tener una eficiencia aceptable, pero cuando existen paros en los equipos, se genera desperdicio de envase.

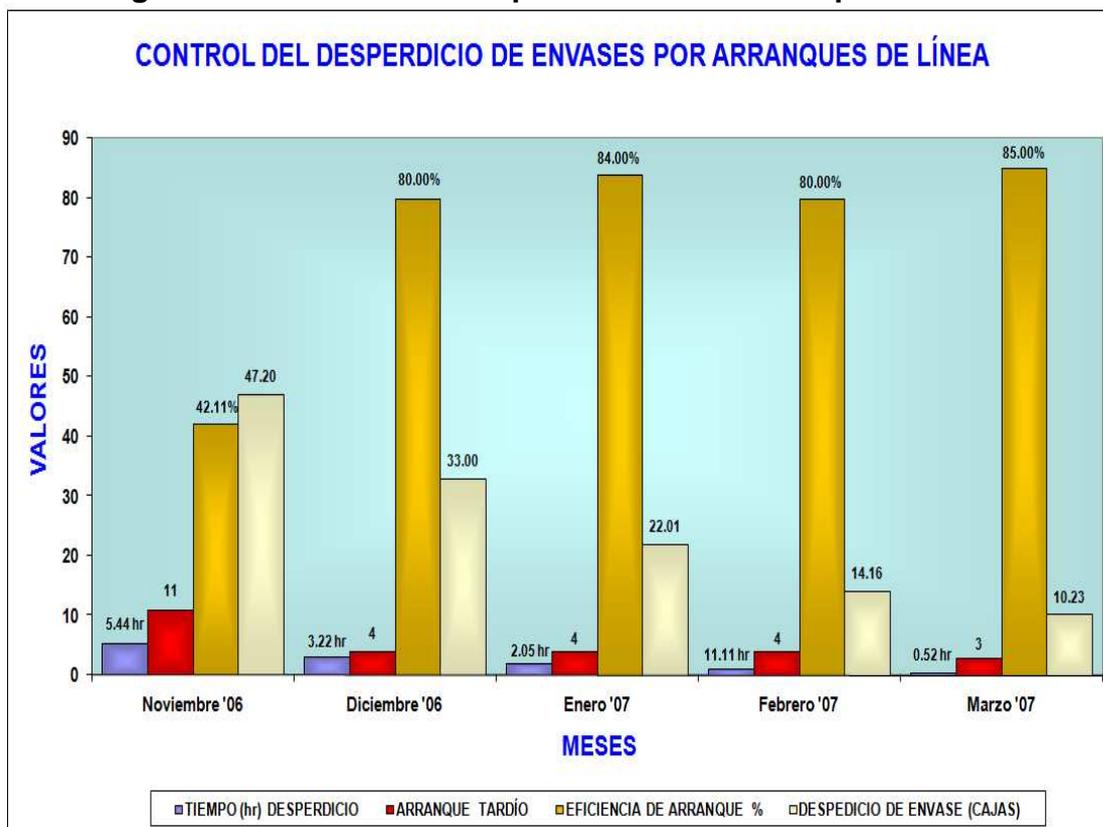
A continuación se presentan los avances y resultados correspondientes a arranques de línea, después de haber implementado las mejoras correspondientes:

Tabla LXXXIII. Tabla de comparación sobre arranques de línea

ARRANQUES DE LÍNEA					DESPERDICIO DE ENVASE DEBIDO A PAROS DE ARRANQUE		
MESES	ARRANQUE PUNTUAL	ARRANQUE TARDÍO	TOTAL DE ARRANQUES	EFICIENCIA DE ARRANQUE %	TIEMPO (Min)	TIEMPO (hr)	CAJAS
Noviembre '06	8	11	19	42.11	344	5.44	47.20
Diciembre '06	16	4	20	80.00	202	3.22	33.00
Enero '07	21	4	25	84.00	125	2.05	22.01
Febrero '07	12	4	15	80.00	72	1.12	14.16
Marzo '07	17	3	20	85.00	52	0.52	10.23
GLOBAL	74	26	99	74.75	795	13.15	128.12

Fuente: Elaboración propia

Figura 153. Gráfica de comparación sobre arranques de línea



Fuente: Elaboración propia

- **Resultados obtenidos**

- ▶ La cantidad de arranques después de la hora programada (tardíos), se logró disminuir. Como se puede observar en el mes de enero y febrero aunque la cifra no disminuyó con respecto a la obtenida en el mes de diciembre, el tiempo y cantidad de desperdicio de envase retornable disminuyó en cada uno de los meses, siendo así lo que marcó la diferencia para minimizar el desperdicio de envase retornable en dichos meses.
- ▶ La eficiencia de arranque de línea tiene una tendencia ascendente, lográndose un 84% en el mes de enero '07, contra un 80% y 42.11% en los meses de noviembre y octubre de 2006. Si se analiza el año 2007, se puede observar que la eficiencia de arranque del mes de febrero (80.00%) fue menor con respecto a la del mes de enero (84.00%) y marzo (85.00%), más no así el tiempo y la cantidad de desperdicio de envase que se generó en cada mes.
- ▶ Se logró reducir el tiempo de desperdicio ocasionado por arranques inestables de línea en los diferentes meses de implementación del proyecto.
- ▶ Se minimizó el desperdicio de envase retornable en los arranques de línea, en los diferentes meses de implementación del proyecto.
- ▶ Esto indica que de seguir esa tendencia en los próximos meses, se tendrá una rápida estabilización en los equipos de línea en los arranques, permitiendo disminuir aún más el desperdicio de envase generado hasta el momento.
- ▶ Se logró una coordinación entre los departamentos de control de calidad, producción y mantenimiento, para atacar las causas que provocan inestabilidad en los equipos, provocando desperdicio de envase retornable.

- ▶ El control de la estabilización de equipos de línea en los arranques, genera incrementos en la eficiencia de producción.

Nota: La eficiencia en el arranque se obtuvo de dividir el valor de arranque puntual entre total de arranques que hubieron en el mes analizado.

3. Implementación del control estadístico del proceso

La implementación de los gráficos de control, se aplicó a los siguientes atributos:

- Envase sucio.
- Nivel de llenado.
- Producto defectuoso.
- Defectos físicos.
- Rotura de envases.

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006, se monitorearon los gráficos de control, con el propósito de poder establecer cuales eran las causas y/o problemas de tipo mecánico u operativo, que provocaban que los datos generados estuvieran fuera de los límites de control superior. En dichos meses se generaron propuestas de mejoras, medidas a través del reporte de efectividad de atención a fallas mecánicas y se impartieron capacitaciones al personal involucrado, logrando obtener resultados satisfactorios entre uno y otro mes. Después del monitoreo realizado, se procedió a establecer una meta para cada uno de los gráficos de control para lograr la minimización del desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción.

Pero para lograr esas metas, también se necesitó que se establecieran otras, como las siguientes:

- El aumento del porcentaje en el reporte de efectividad para el año 2007.
- Que los operarios efectuaran a conciencia el mantenimiento preventivo a sus equipos.
- Mejorar la eficiencia en los arranques de línea para lograr una rápida estabilización de la línea de producción.
- Concluir el proceso de capacitación al personal involucrado en las actividades del proyecto, destinadas al cumplimiento de las metas.

A continuación se presentan los resultados sobre los gráficos de control aplicados a los atributos como envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envases, con sus respectivos avances durante la implementación del proyecto. Los datos se obtuvieron de la sección 3.5.2. y 4.1.7.2. inciso a, acción a implementar número 3.

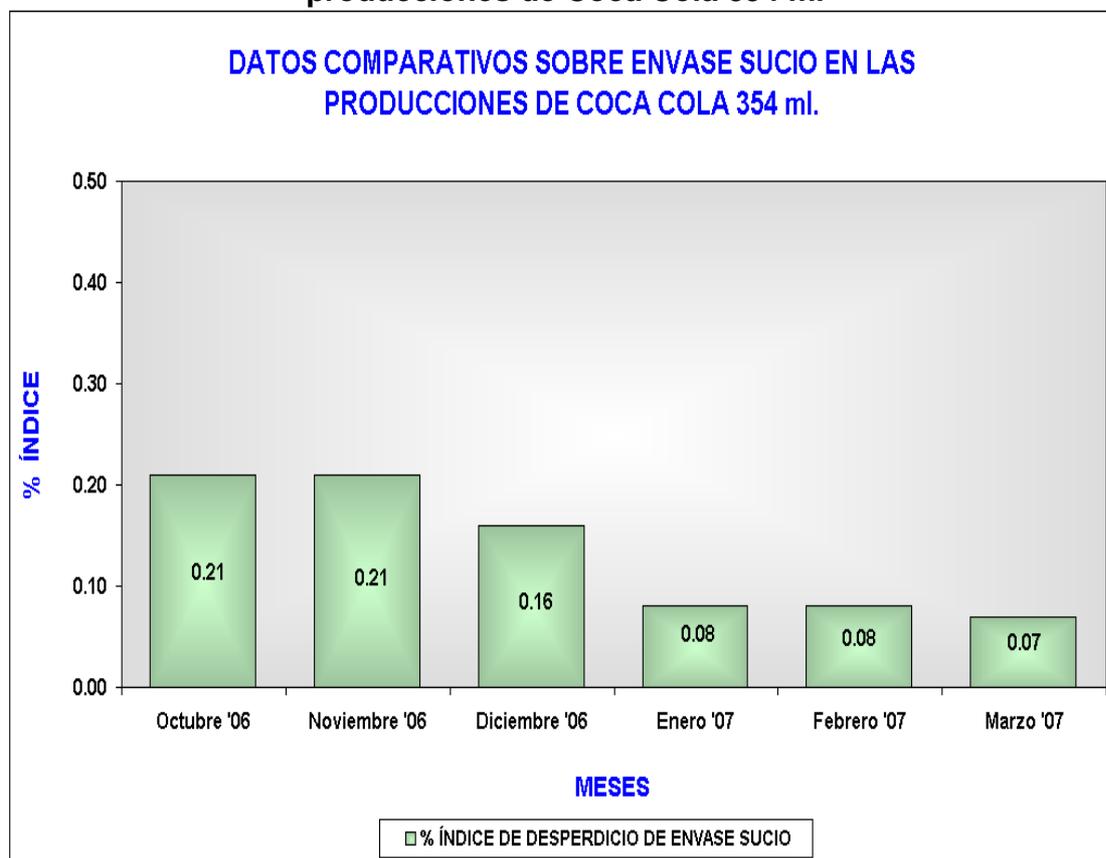
► **Envase sucio**

Tabla LXXXIV. Tabla de resultados sobre envase sucio en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml)

MESES	PUNTOS FUERA DE CONTROL	# PRODUCCIONES	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE SUCIO
Octubre '06	9	22	0.21
Noviembre '06	9	19	0.21
Diciembre '06	3	13	0.16
Enero '07	0	17	0.08
Febrero '07	0	15	0.08
Marzo '07	0	20	0.07

Fuente: Elaboración propia

Figura 154. Gráfica de comparación de resultados de envase sucio en las producciones de Coca Cola 354 ml



Fuente: Elaboración propia

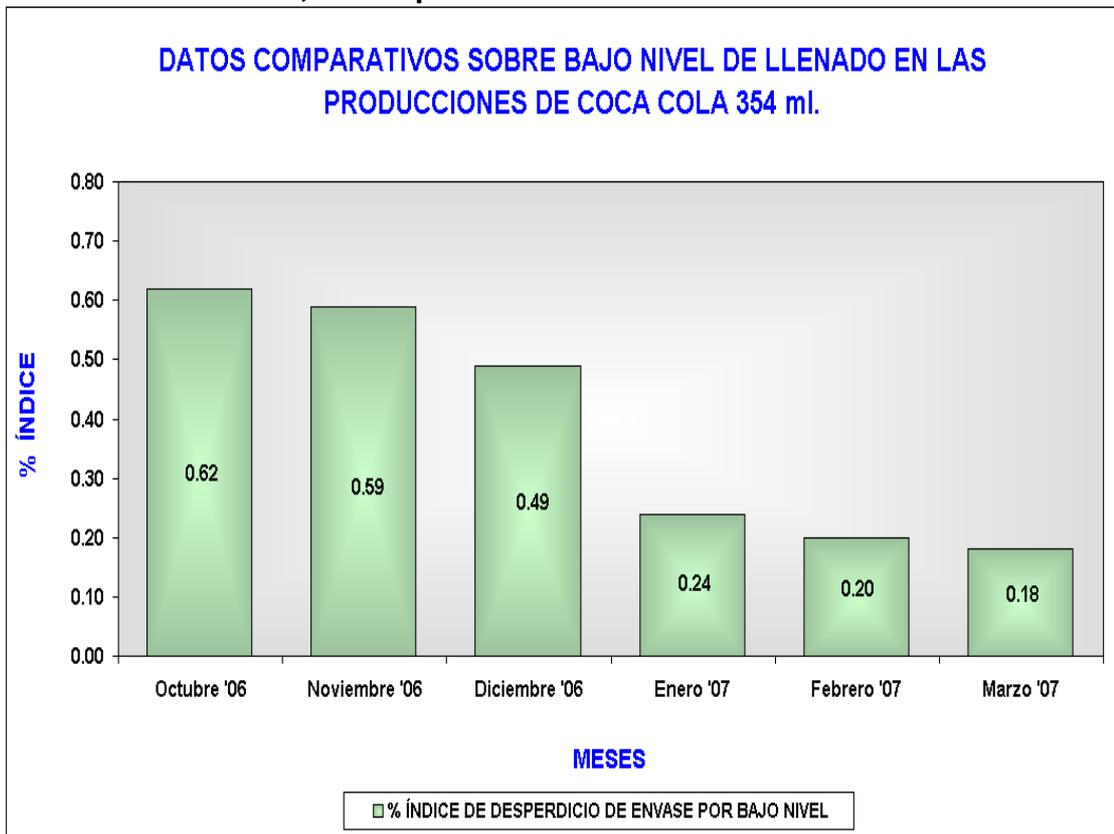
► **Nivel de llenado**

Tabla LXXXV. Tabla de resultados sobre bajo nivel de llenado, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml)

MESES	PUNTOS FUERA DE CONTROL	# PRODUCCIONES	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE POR BAJO NIVEL
Octubre '06	11	22	0.62
Noviembre '06	10	19	0.59
Diciembre '06	9	13	0.49
Enero '07	0	17	0.22
Febrero '07	0	15	0.20
Marzo '07	0	20	0.18

Fuente: Elaboración propia

Figura 155. Gráfica de comparación de resultados sobre bajo nivel de llenado, en las producciones de Coca Cola 354 ml



Fuente: Elaboración propia

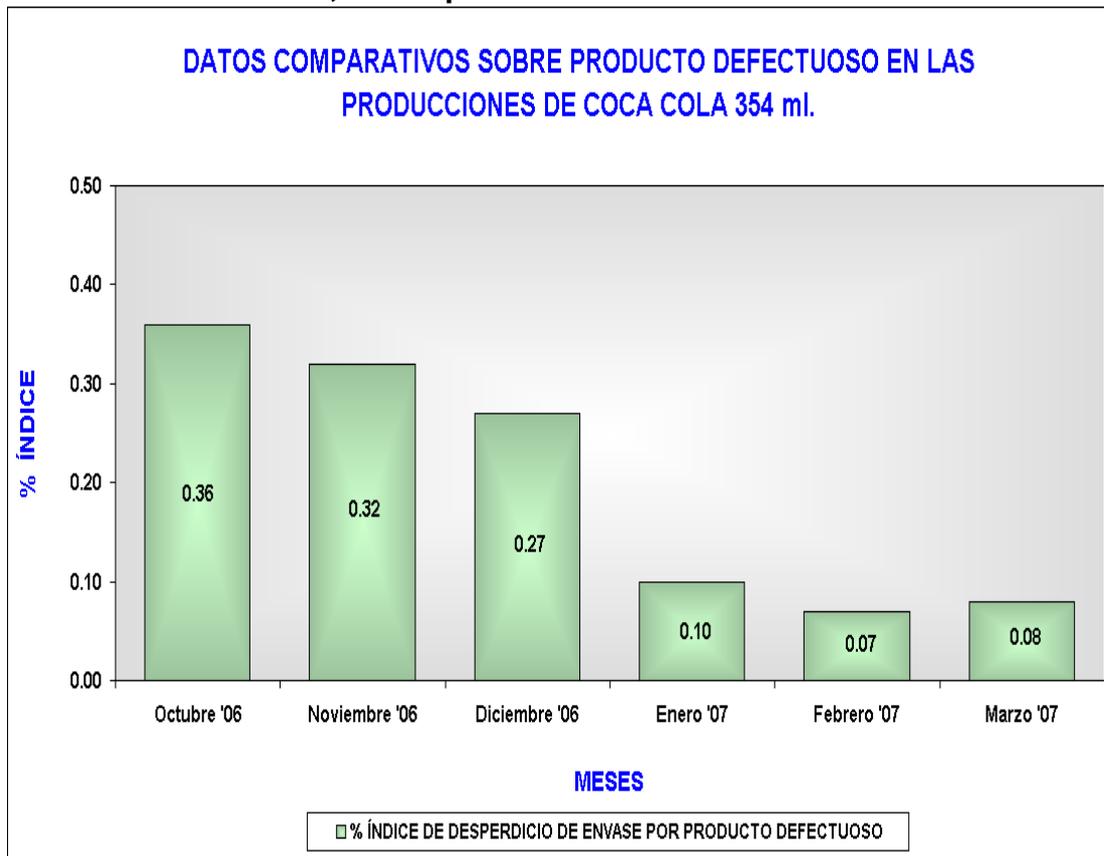
► **Producto defectuoso**

Tabla LXXXVI. Tabla de resultados sobre producto defectuoso, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml)

MESES	PUNTOS FUERA DE CONTROL	# PRODUCCIONES	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE POR PRODUCTO DEFECTUOSO
Octubre '06	9	22	0.36
Noviembre '06	5	19	0.32
Diciembre '06	3	13	0.27
Enero '07	3	17	0.10
Febrero '07	0	15	0.07
Marzo '07	0	20	0.08

Fuente: Elaboración propia

Figura 156. Gráfica de comparación de resultados sobre producto defectuoso, en las producciones de Coca Cola 354 ml



Fuente: Elaboración propia

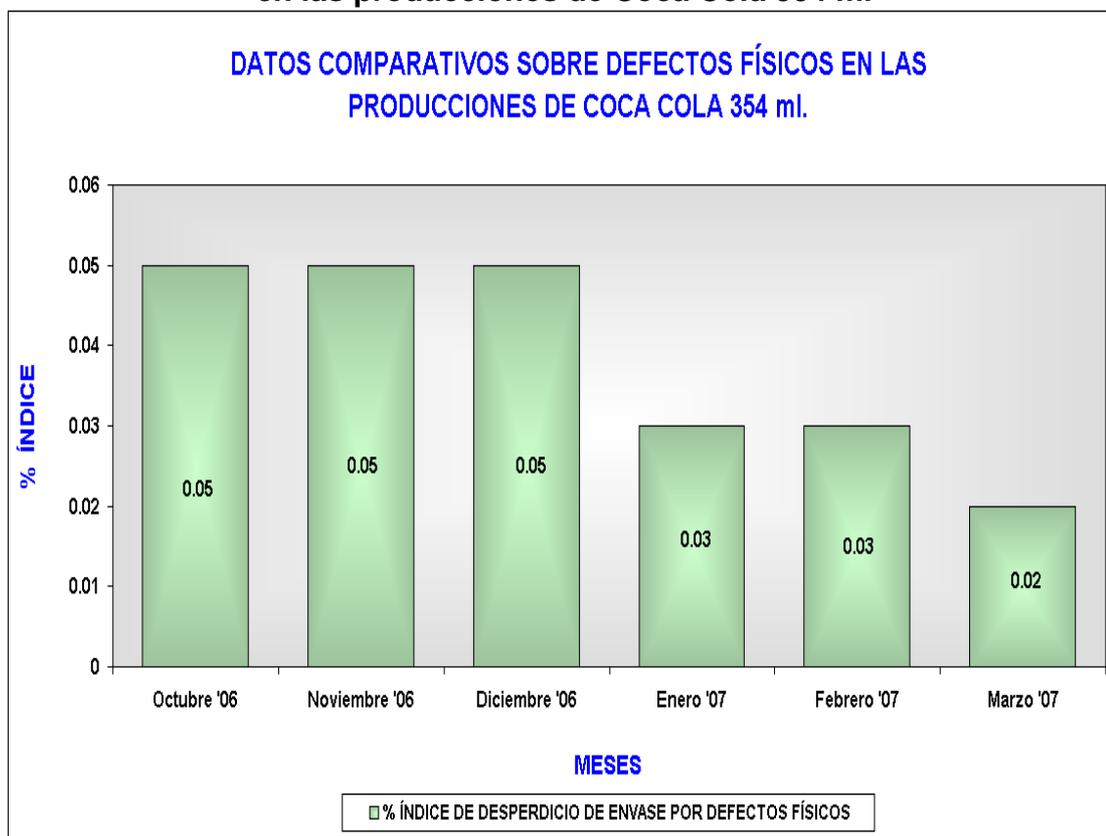
► **Defectos físicos**

Tabla LXXXVII. Tabla de resultados sobre defectos físicos en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml)

MESES	PUNTOS FUERA DE CONTROL	# PRODUCCIONES	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE POR DEFECTOS FÍSICOS
Octubre '06	10	22	0.05
Noviembre '06	6	19	0.05
Diciembre '06	6	13	0.05
Enero '07	1	17	0.03
Febrero '07	0	15	0.03
Marzo '07	0	20	0.02

Fuente: Elaboración propia

Figura 157. Gráfica de comparación de resultados sobre defectos físicos en las producciones de Coca Cola 354 ml



Fuente: Elaboración propia

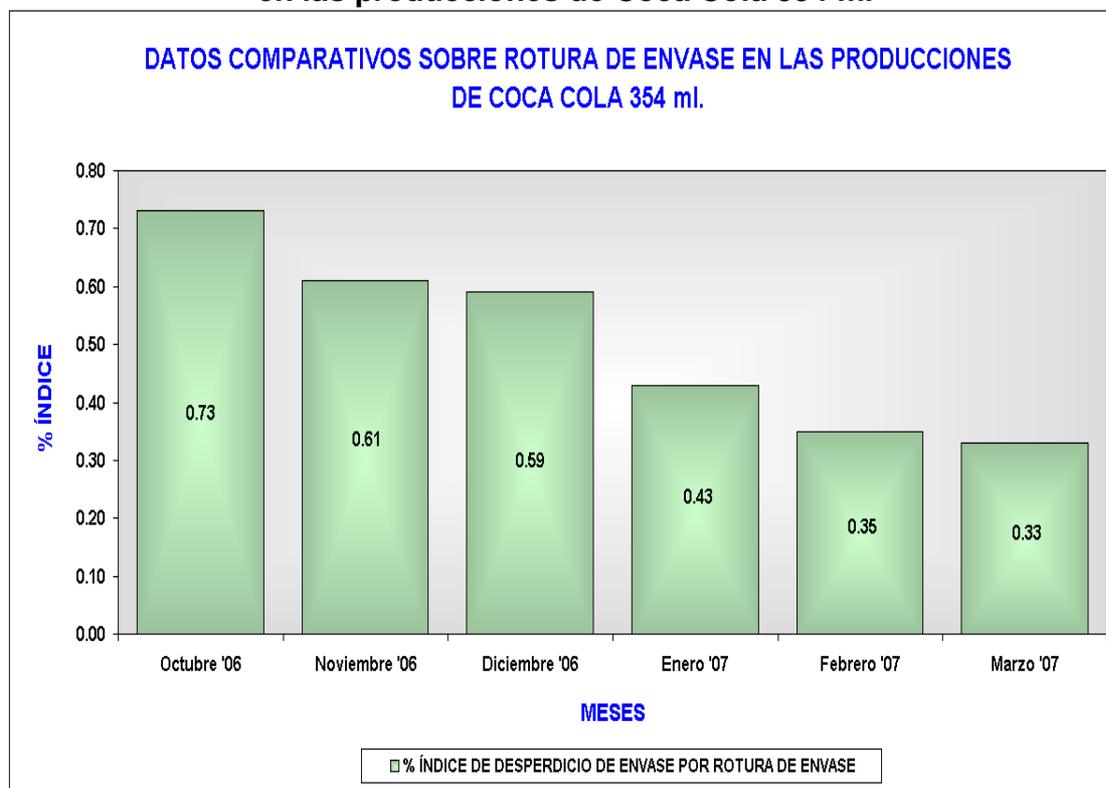
► **Rotura de envase**

Tabla LXXXVIII. Tabla de resultados sobre rotura de envase, en las producciones de Coca Cola 12 onzas (354 ml)

MESES	PUNTOS FUERA DE CONTROL	# PRODUCCIONES	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE POR ROTURA DE ENVASE
Octubre '06	10	22	0.74
Noviembre '06	4	19	0.61
Diciembre '06	5	13	0.55
Enero '07	4	17	0.43
Febrero '07	0	15	0.35
Marzo '07	0	20	0.33

Fuente: Elaboración propia

Figura 158. Gráfica de comparación de resultados sobre rotura de envase, en las producciones de Coca Cola 354 ml



Fuente: Elaboración propia

A continuación se resume la información anterior, donde se muestra los avances que se tuvieron sobre la minimización de envase retornable en las operaciones de producción de Coca Cola 354 ml, en los meses de octubre, noviembre, diciembre de 2006 y enero, febrero y marzo de 2007 en forma global en términos de índice.

Tabla LXXXIX. Tabla de resultados globales (% índice) sobre la minimización de desperdicio de envase retornable, en las operaciones de producción de ABASA

DESPERDICIO	OCTUBRE '06	NOVIEMBRE '06	DICIEMBRE '06	ENERO '07	FEBRERO '07	MARZO '07
ENVASE SUCIO	0.21	0.21	0.16	0.08	0.08	0.07
NIVEL DE LLENADO	0.62	0.59	0.49	0.24	0.22	0.18
PRODUCTO DEFECTUOSO	0.36	0.32	0.27	0.10	0.07	0.08
DEFECTOS FÍSICOS	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02
ROTURA DE ENVASE	0.74	0.61	0.55	0.43	0.35	0.33

Fuente: Elaboración propia

A través de los resultados anteriores se puede observar el avance que se obtuvo para minimizar el desperdicio de envase retornable en los atributos como envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase, en cada mes de implementación del proyecto.

- Resultados obtenidos: Mejora de la eficiencia

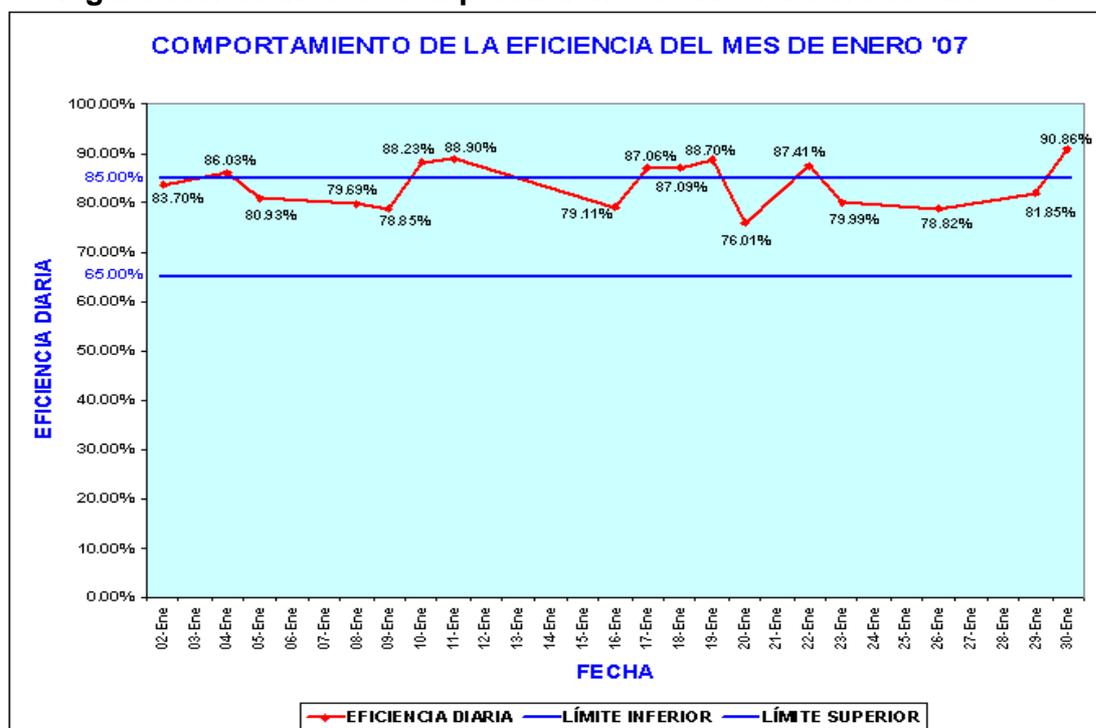
Como las actividades descritas en los incisos 1, 2 y 3, están encaminadas a lograr una mejora en la eficiencia, se presentan los resultados que se obtuvieron en el mes de enero, febrero y marzo de 2007.

Tabla XC. Tabla de cálculo de eficiencia del mes de enero '07

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN				
FECHA	PRODUCCIÓN	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
02-Ene-07	11,169.15	585.87	700.00	83.70%
04-Ene-07	16,069.18	645.25	750.00	86.03%
05-Ene-07	8,219.00	303.47	375.00	80.93%
08-Ene-07	10,811.12	478.15	600.00	79.69%
09-Ene-07	10,842.02	473.11	600.00	78.85%
10-Ene-07	3,794.15	185.29	210.00	88.23%
11-Ene-07	3,114.15	182.25	205.00	88.90%
16-Ene-07	4,463.03	225.45	285.00	79.11%
17-Ene-07	9,507.17	470.12	540.00	87.06%
18-Ene-07	1,616.00	69.67	80.00	87.09%
19-Ene-07	12,965.07	585.43	660.00	88.70%
20-Ene-07	6,990.00	285.03	375.00	76.01%
22-Ene-07	9,785.20	524.44	600.00	87.41%
23-Ene-07	3,705.08	275.98	345.00	79.99%
26-Ene-07	12,878.00	520.19	660.00	78.82%
29-Ene-07	10,740.03	475.55	581.00	81.85%
30-Ene-07	13,142.15	545.15	600.00	90.86%
TOTALES		6,830.40	8,166.00	83.64%

Fuente: Elaboración propia

Figura 159. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de enero '07



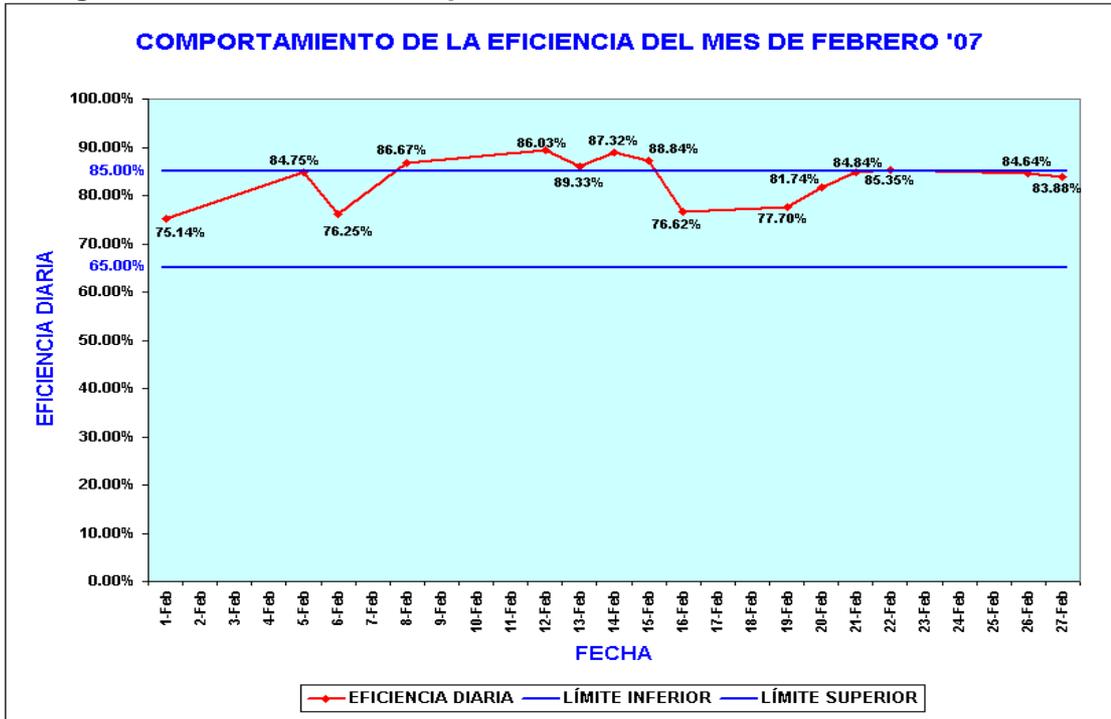
Fuente: Elaboración propia

Tabla XCI. Tabla de cálculo de eficiencia del mes de febrero '07

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN			
FECHA	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
01-Feb-07	135.25	180.00	75.14%
05-Feb-07	635.63	750.00	84.75%
06-Feb-07	285.95	375.00	76.25%
08-Feb-07	572.05	660.00	86.67%
12-Feb-07	670.00	750.00	89.33%
13-Feb-07	645.26	750.00	86.03%
14-Feb-07	466.39	525.00	88.84%
15-Feb-07	558.85	640.00	87.32%
16-Feb-07	678.12	885.00	76.62%
19-Feb-07	431.25	555.00	77.70%
20-Feb-07	367.85	450.00	81.74%
21-Feb-07	470.85	555.00	84.84%
22-Feb-07	230.45	270.00	85.35%
26-Feb-07	799.85	945.00	84.64%
27-Feb-07	201.30	240.00	83.88%
TOTALES	7,149.05	8,530.00	83.81%

Fuente: Elaboración propia

Figura 160. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de febrero '07



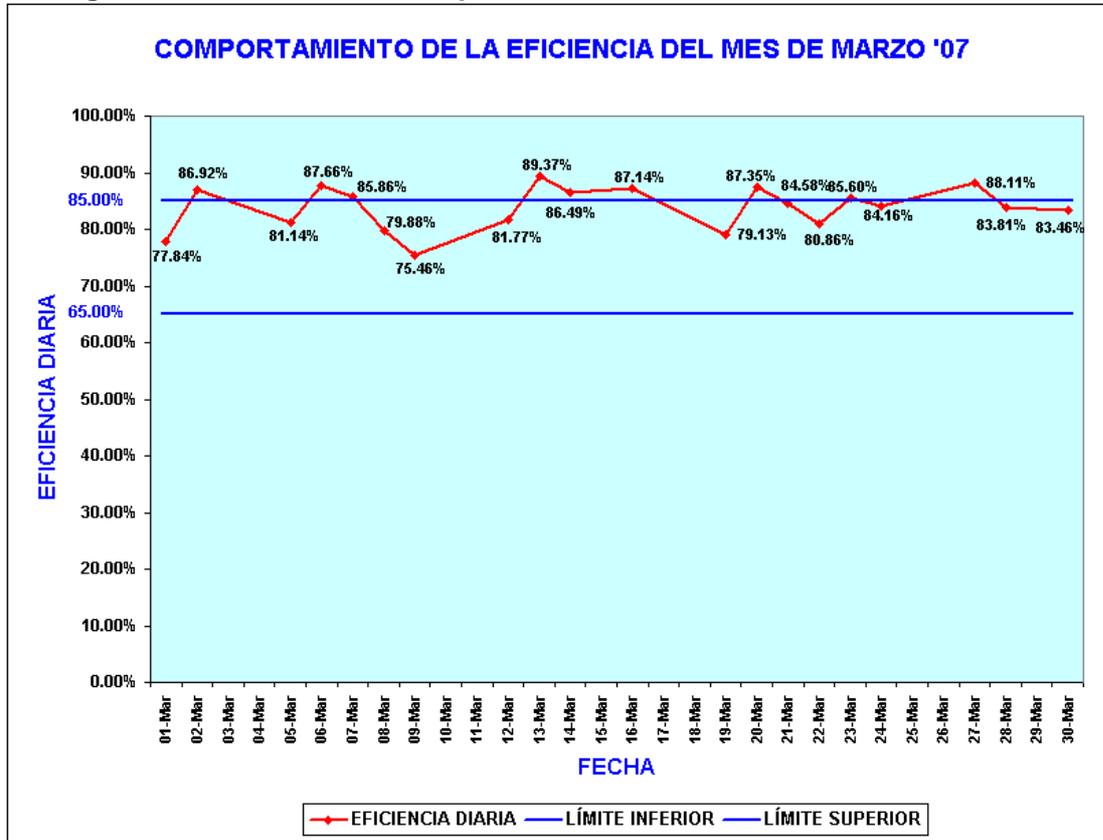
Fuente: Elaboración propia

Tabla XCII. Tabla de cálculo de eficiencia del mes de marzo '07

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN			
FECHA	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO PROGRAMADO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
01-Mar-07	723.89	930.00	77.84%
02-Mar-07	651.91	750.00	86.92%
05-Mar-07	328.60	405.00	81.14%
06-Mar-07	236.69	270.00	87.66%
07-Mar-07	347.72	405.00	85.86%
08-Mar-07	395.40	495.00	79.88%
09-Mar-07	622.58	825.00	75.46%
12-Mar-07	269.85	330.00	81.77%
13-Mar-07	764.15	855.00	89.37%
14-Mar-07	895.22	1,035.00	86.49%
16-Mar-07	588.19	675.00	87.14%
19-Mar-07	212.87	269.00	79.13%
20-Mar-07	786.15	900.00	87.35%
21-Mar-07	503.23	595.00	84.58%
22-Mar-07	428.56	530.00	80.86%
23-Mar-07	329.55	385.00	85.60%
24-Mar-07	425.00	505.00	84.16%
27-Mar-07	462.58	525.00	88.11%
28-Mar-07	515.44	615.00	83.81%
30-Mar-07	200.31	240.00	83.46%
TOTALES	9,687.89	11,539.00	83.96%

Fuente: Elaboración propia

Figura 161. Gráfico de comportamiento de la eficiencia de marzo '07



Fuente: Elaboración propia

Después de haber obtenido este buen resultado, se presenta el siguiente gráfico comparativo de eficiencias logradas durante la implementación de este proyecto.

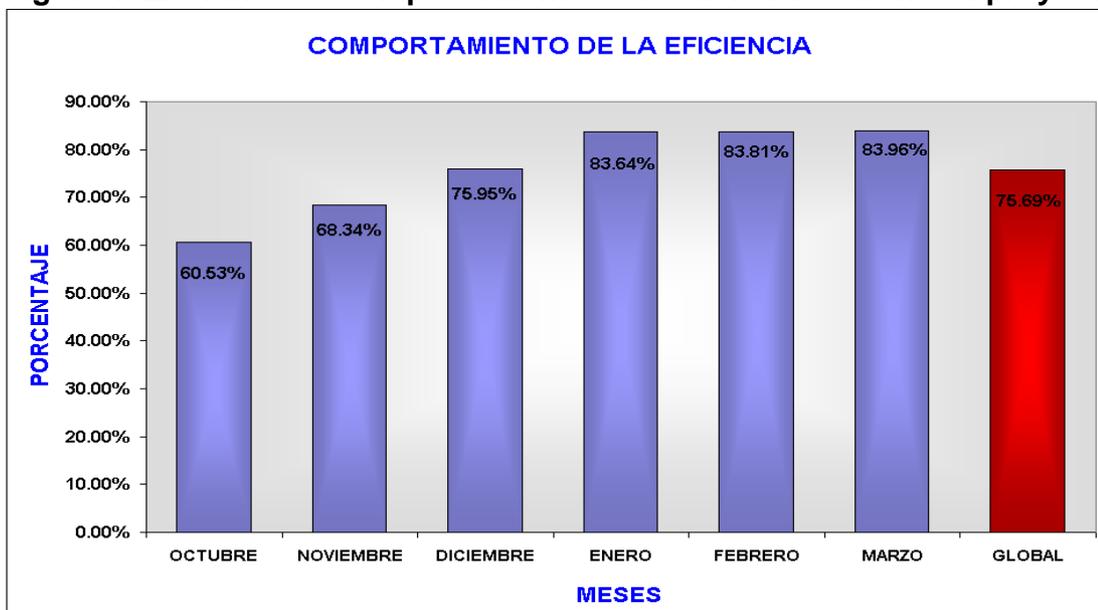
Tabla. XCIII. Eficiencias mensuales

TIEMPO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	GLOBAL
TIEMPO EFECTIVO	6,564.08	6,218.70	5,544.34	6,830.40	7,149.05	9,687.89	41,994.46
TIEMPO PROGRAMADO	10,845.00	9,100.00	7,300.00	8,166.00	8,530.00	11,539.00	55,480.00
EFICIENCIA	60.53%	68.34%	75.95%	83.64%	83.81%	83.96%	75.69%

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia se obtiene de dividir el tiempo efectivo entre el tiempo programado.

Figura 162. Gráfico de comportamiento de la eficiencia durante el proyecto



Fuente: Elaboración propia

Por último se presenta el gráfico de relación eficiencia - desperdicio de envase, en el cual se aprecia que con las mejoras implementadas en el control de arranques de línea e implementación de gráficos de control, se pudo obtener una buena eficiencia. Esto último significa, que si hay buena eficiencia, se debió a un buen arranque de línea, que permite una rápida estabilización de los equipos generada por una buena atención de fallas reportadas en los mismos, lo cual hace que minimice el desperdicio de envase retornable. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla XCIV. Comparación de resultados eficiencia – % índice de desperdicio de envase retornable

TIEMPO	EFICIENCIA	% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE RETORNABLE
OCTUBRE '06	60.53%	1.99%
NOVIEMBRE '06	68.34%	1.77%
DICIEMBRE '6	75.95%	1.52%
ENERO '07	83.64%	0.87%
FEBRERO '07	83.81%	0.75%
MARZO '07	83.96%	0.69%

Fuente: Elaboración propia

Cada % índice se obtuvo de dividir la cantidad en cajas de desperdicio de envase retornable entre la producción total generada en forma mensual. Por limitación de información, se presenta únicamente el cálculo para el mes de marzo '07.

Mes: Marzo 2007

Producción: 165,935.48 cajas

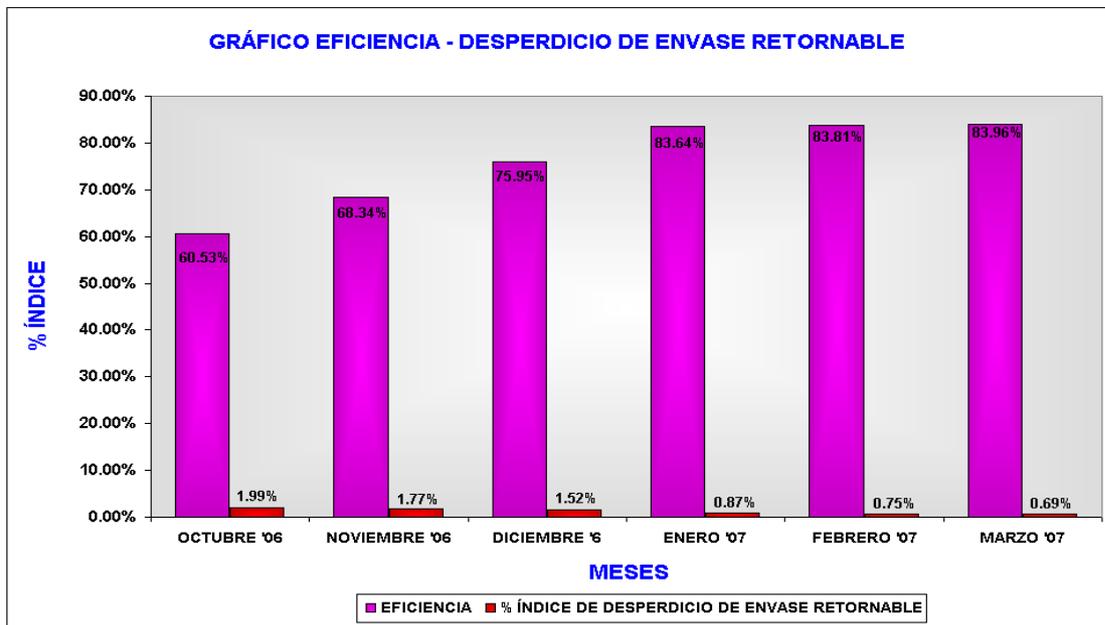
Desperdicio de envase retornable: 1,145.01 cajas

% índice = (Desperdicio de envase retornable / Producción) *100

% índice marzo = (1,145.01 / 165,935.48) *100

% índice marzo = 0.69

Figura 163. Gráfico eficiencia – % índice de desperdicio de envase retornable



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que en la gráfica anterior, los rubros de eficiencia e % índice de desperdicio de envase retornable presentan variaciones.

Para el caso de las eficiencias, tiene una tendencia ascendente, mientras que el % índice de desperdicio, presenta una tendencia descendente. Con esto se concluye, que al obtener alta eficiencia de línea se minimiza el desperdicio de envase.

b. Ejecución de actividades y acciones para mejorar el índice de atención de fallas por el departamento de mantenimiento

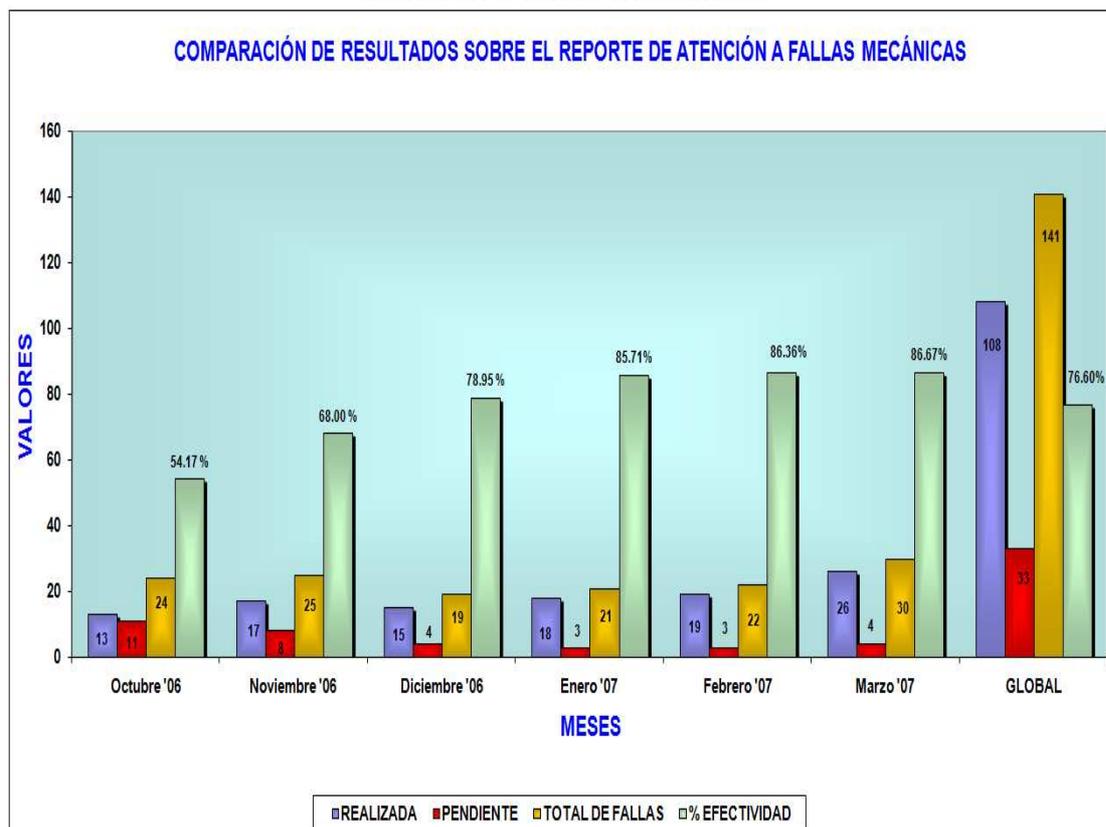
La implementación de este indicador fue muy importante dentro de este proyecto, ya que a través de los gráficos de control y del personal de producción (especialmente operadores de equipos) se pudo identificar a aquellos problemas mecánicos que provocaban que los equipos de línea desperdiciaran envase. A ese apoyo se unió el departamento de mantenimiento, que realizó la labor de atender a aquellas fallas reportadas por los operadores o por medio de un mantenimiento preventivo. Los resultados fueron satisfactorios en la mejora del rendimiento de los equipos a no contribuir al desperdicio de envase, dato que se reflejó en los gráficos de control. A continuación se presentan los resultados obtenidos de esta acción implementada:

Tabla XCV. Tabla de comparación de resultados sobre el reporte de atención a fallas mecánicas

REPORTE DE ATENCIÓN A FALLAS MECÁNICAS				
MESES	ESTATUS DE FALLA		TOTAL DE FALLAS	% EFECTIVIDAD
	REALIZADA	PENDIENTE		
Octubre '06	13	11	24	54.17
Noviembre '06	17	8	25	68.00
Diciembre '06	15	4	19	78.95
Enero '07	18	3	21	85.71
Febrero '07	19	3	22	86.36
Marzo '07	26	4	30	86.67
GLOBAL	108	33	141	76.60

Fuente: Elaboración propia

Figura 164. Gráfica de comparación de resultados sobre el reporte de atención a fallas mecánicas



Fuente: Elaboración propia

- Resultados obtenidos:

- Aumento del % de efectividad del servicio mecánico en cada mes de implementación del proyecto, esto beneficia ya que hace minimizar el desperdicio de envase retornable.
- El porcentaje global se aumentó de 66.18% a 76.70%, lo que indica que se están resolviendo la mayoría de problemas mecánicos en los equipos de línea, que provocan desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción.
- La participación de los departamentos de producción y mantenimiento para identificar y reparar las fallas en los equipos de línea.

- Se lograron implementar la mayoría de propuestas de mejora sugeridas como fallas en los equipos.

c. Ejecución de actividades y acciones para controlar los desperfectos mecánicos no preventivos que provocan desperdicio de envase retornable

Esta actividad fue encaminada a documentar las actividades de mantenimiento preventivo a los equipos de operación de línea 1.

- Resultados obtenidos

- Permite evaluar al operador sobre las actividades propias de mantenimiento realizadas a su equipo. Esta evaluación la realiza el supervisor de producción, comparando lo descrito en el formato con la realización de actividades.
- Otorgar una vida útil mayor a los equipos de operación de línea 1.
- El buen trabajo del mantenimiento preventivo a los equipos, se vio reflejado en los gráficos de control.
- Además de la prevención de fallas futuras en los equipos, que puedan repercutir con desperdicio de envase retornable, a través de un mantenimiento preventivo, los operarios pueden reportar aquellas fallas que son necesariamente mecánicas a través de la implementación del formato respectivo.

d. Ejecución de actividades y acciones para otorgar la capacitación necesaria al operario sin experiencia en el uso de su máquina

Esta actividad fue encaminada a capacitar a los operarios nuevos en la operación de los equipos (desencajonadora, lavadora, llenadora, encajonadora y paletizadora).

- **Resultados obtenidos**

- Mejora en el proceso de inducción a operarios nuevos en la operación de los equipos.
- La mejora de esta actividad, se ve reflejada en el gráfico de control de rotura de envases (ver sección 4.1.7.1. inciso a, acción a implementar número 3).
- Esta actividad permitió evaluar el rendimiento del operador y del equipo en cuanto al desperdicio de envase retornable generado en una producción, a través del formato de recolección de datos sobre rotura de envases.

f. Ejecución de actividades y acciones para monitorear el comportamiento del envase por el proceso de producción

Esta actividad fue encaminada a monitorear el comportamiento del envase retornable por el proceso de producción, sin incluir los equipos de operación.

- **Resultados obtenidos**

- Se logró comprobar que el envase retornable de Coca Cola 354 ml (12 onzas), no presenta ninguna dificultad por el proceso de producción. Entre las actividades que se realizaron están: ajustes del operador sobre el rodillo que moviliza el envase a la estrella de la llenadora, verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml sobre los transportadores del proceso, verificación del movimiento del envase de Coca Cola 354 ml sobre la estrella de salida de la llenadora y llenado del envase (ver figuras No.149 a la 151).

4.1.9. Presentación de resultados finales

Una vez implementadas todas las mejoras (descritas anteriormente) para lograr la minimización del desperdicio de envase retornable, se presentaron los resultados finales a la gerencia de planta. La medición del avance, se realizó en base al índice de desperdicio de envase generado en cada mes de implantación del proyecto. Los resultados finales fueron los siguientes:

Tabla XCVI. Cantidad de desperdicio de envase retornable de Coca Cola 12 onzas (354 ml) expresado en % índice

MESES	OCTUBRE '06	NOVIEMBRE '06	DICIEMBRE '06	ENERO '07	FEBRERO '07	MARZO '07
% ÍNDICE DE DESPERDICIO DE ENVASE	1.99	1.77	1.52	0.87	0.75	0.69

Fuente: Elaboración propia

Cada % índice se obtuvo de dividir la cantidad en cajas de desperdicio de envase retornable entre la producción total generada en forma mensual. Por limitación de información, se presenta únicamente el cálculo para el mes de marzo '07.

Mes: Marzo 2007
Producción: 165,935.48 cajas
Desperdicio de envase retornable: 1,145.01 cajas

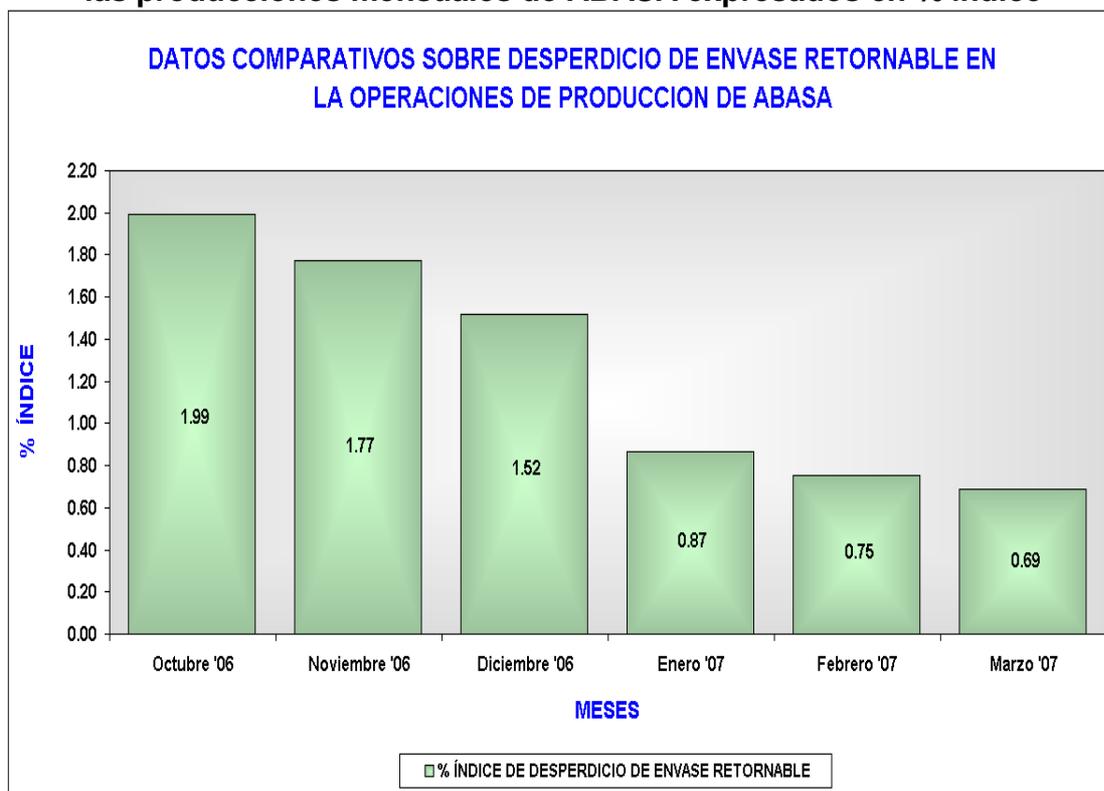
$$\% \text{ índice} = (\text{Desperdicio de envase retornable} / \text{Producción}) * 100$$

$$\% \text{ índice}_{\text{marzo}} = (1,145.01 / 165,935.48) * 100$$

$$\% \text{ índice}_{\text{marzo}} = 0.69$$

Gráficamente se presentan los resultados sobre los % índices de desperdicio de envase retornable en los meses de implementación del proyecto:

Figura 165. Gráfica sobre el total de desperdicio de envase retornable en las producciones mensuales de ABASA expresados en % índice



Fuente: **Elaboración propia**

- **Resultados globales obtenidos**

- Se logró minimizar de 1.99 a 0.69% el índice de desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA, durante los meses de implementación del proyecto (octubre '06 al mes de marzo '07).

4.1.10. Documentación

Esta sección trata de garantizar el adecuado manejo y control de toda la documentación (física como en electrónica), que fue creada para este proyecto.

4.1.10.1. Manejo y control de documentos

Para asegurar el mantenimiento adecuado y uso correcto de los documentos creados para este proyecto, es imprescindible la creación de un procedimiento que aplique a todos los departamentos involucrados (control de calidad, mantenimiento y producción), así como al personal responsable del uso, acceso y manejo de la información de dichos documentos, tanto en forma física como en electrónica.

- **Procedimiento de manejo y control de documentos**

- ▶ Para el adecuado mantenimiento de los documentos se ha establecido que éstos deben ser retenidos en el departamento al que corresponden, debidamente identificados por su título, por el responsable del uso y manejo de la información.
- ▶ Cada encargado del uso, manejo, control y mantenimiento de documentos es responsable de mantenerlos ordenados, identificados y de fácil acceso (sean en papel o electrónicos).
- ▶ Para el adecuado manejo y control de los documentos creados para este proyecto, es necesario crear una matriz de documentación que debe contener la siguiente información:
 - ✓ Nombre del documento.
 - ✓ Tipo de documento (Formato electrónico, formato físico, tabla de datos en electrónico y gráfico).
 - ✓ Responsable de uso y/o manejo del documento para generar registros.
 - ✓ Responsable de acceso y manejo de la información de los documentos.

- **Resultados obtenidos**

A continuación se presenta la matriz de documentación:

Tabla XCVII. Matriz de documentación

NOMBRE DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	RESPONSABLE DE USO Y/O MANEJO DEL DOCUMENTO	RESPONSABLE DE MANEJO DE INFORMACIÓN
Recolección de datos de desperdicio de envase retornable	Formato electrónico	Jefe de producción	Jefe de producción
Cálculo de la eficiencia	Formato electrónico	Jefe de producción	Jefe de producción
Comportamiento de la eficiencia	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Recolección de datos de envase sucio	Formato físico	Auxiliares rotativos de lámpara de vacío	Jefe de producción
Recolección de datos de envase sucio	Tabla de datos en electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Gráfico de control de envase sucio	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Recolección de datos sobre bajo nivel, producto defectuoso y defecto físico	Formato físico	Auxiliares rotativos de lámpara de lleno	Jefe de producción
Recolección de datos de nivel de llenado	Tabla de datos en electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Recolección de datos sobre el producto defectuoso	Tabla de datos en electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Recolección de datos sobre defectos físicos	Tabla de datos en electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Gráfico de control de nivel de llenado	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Gráfico de control sobre producto defectuoso	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Gráfico de control sobre defectos físicos	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Recolección de datos sobre rotura de envase	Formato físico	Operadores de equipos	Jefe de producción
Recolección de datos sobre rotura de envases en forma global	Formato físico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Recolección de datos sobre rotura de envases	Tabla de datos en electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción
Gráfico de control sobre rotura de envase	Gráfico	Jefe de producción	Jefe de producción
Control de arranques de línea	Formato electrónico	Supervisor de control de calidad y supervisor de producción	Jefe de producción, jefe de mantenimiento mecánico y jefe de control de calidad
Gráfico de paros mecánicos	Gráfico	Supervisor de control de calidad	Jefe de producción, jefe de mantenimiento mecánico y jefe de control de calidad
Gráfico de control de arranques	Gráfico	Supervisor de control de calidad	Supervisor de control de calidad
Reporte de atención a fallas mecánicas	Formato electrónico	Supervisor de producción	Jefe de producción y jefe de mantenimiento mecánico
Mantenimiento preventivo a equipos	Formato físico	Operadores de equipos	Supervisor de producción

Fuente: Elaboración propia

4.2. Personal

Esta sección trata sobre la actualización de la descripción del perfil del puesto de trabajo, con base en las nuevas funciones originadas de la implementación del proyecto.

4.2.1. Nuevas funciones para el puesto de trabajo originadas de la implementación del proyecto

A continuación se citan las nuevas funciones que le fueron asignadas al personal de producción, calidad y mantenimiento, originadas de la implementación del proyecto.

1. Producción

Entre los puestos del departamento de producción, que se le asignaron nuevas funciones están:

- ▶ Jefe de producción.
- ▶ Supervisores de producción.
- ▶ Operadores de equipos.
- ▶ Auxiliares rotativos (lámparas de vacío y de lleno).

Tabla XCVIII. Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de producción

<p>► Jefe de producción</p> <p>Entre las atribuciones que le competen al jefe de producción, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Llenar la tabla de recolección de datos sobre la cantidad de desperdicio de envase retornable generado por Coca Cola 20 onzas (354 ml). ● Elaborar los gráficos de control sobre atributos como envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y roturas de envases, todos contribuyentes al desperdicio de envase retornable. ● Monitorear donde se genera demasiado desperdicio de envase retornable, con ayuda del supervisor de línea. ● Informar al personal de mantenimiento sobre los reportes de fallas que no sean atendidos. ● Coordinar la capacitación necesaria a los operarios, cuando los mismos así lo requieran, ya sea por ser nuevos o por reforzamiento. ● Evaluar conjuntamente con los supervisores, el rendimiento de los operarios en cuanto al uso de su equipo. ● Elaborar planes de acción, cuando se generen desviaciones que provoquen desperdicio de envase retornable. ● Dar seguimiento a los planes de mejora implementados. ● Realizar la integración de indicadores de producción.
<p>► Supervisores de producción</p> <p>Entre las atribuciones que les competen a los supervisores de producción, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Entregar y recolectar de los auxiliares rotativos, los formatos de recolección de datos de envase sucio, bajo nivel, producto defectuoso y defectos físicos. ● Entregar y recolectar de los operadores de equipos, los formatos correspondientes a rotura de envase y mantenimiento preventivo a equipos. ● Llenar las tablas de datos sobre la información recolectada en los formatos implementados, según la matriz de documentación. ● Elaborar el reporte de atención a fallas mecánicas. ● Elaborar diariamente el informe sobre arranques de línea conjuntamente con el supervisor de control de calidad. ● Llenar los formatos correspondientes a rotura de envase global. ● Informar sobre oportunidades de mejora en cuanto al desperdicio de envase retornable que produce la línea 1. ● Canalizar una vía adecuada de entrega de los reportes de falla al personal de mantenimiento, cuando los operarios de producción los presenten. ● Informar al jefe de producción y jefe de mantenimiento mecánico, sobre la calidad de los trabajos efectuados, cuando se presentan los reportes de fallas. ● Buscar los medios para corregir las fallas en los equipos que provoquen desperdicio de envase retornable, máxime cuando éste contiene producto terminado a fin de evitar paros prolongados en la línea de producción. ● Evaluar el rendimiento de los operarios, conjuntamente con el jefe de producción. ● Dar seguimiento a las capacitaciones destinadas a los operarios. ● Asignar al personal necesario para participar en los planes de mejora implementados.

Continuación

<p>► Operadores de equipos</p> <p>Entre las atribuciones que les competen a los operadores de equipos, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">● Elaborar los reportes de fallas, cuando se presente alguna en su equipo y de entregárselo a su jefe inmediato (supervisor) o jefe de producción.● Llenar y entregar al supervisor de producción, los formatos de rotura de envases y mantenimiento preventivo a equipos.● Dar mantenimiento a su equipo, teniendo como guía el formato mantenimiento preventivo a equipos.● Apoyar o colaborar en la capacitación a los nuevos operarios en el uso de los equipos, previa coordinación con el supervisor y jefe de producción.● Monitorear el comportamiento del envase en su equipo, durante el proceso de producción.● Dar aviso a sus jefes inmediatos, sobre cualquier oportunidad de mejora.
<p>► Auxiliares rotativos (lámparas de vacío y de lleno)</p> <p>Entre las atribuciones que les competen a los auxiliares rotativos, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">● Realizar el conteo y clasificación del desperdicio de envase como sucio, defectuoso, bajo nivel y defecto físico.● Llenar los formatos correspondientes a envase sucio, defectuoso, bajo nivel y defecto físico y posteriormente entregárselos al supervisor de producción.

Fuente: Elaboración propia

2. Mantenimiento

Entre los puestos del departamento de mantenimiento, que se le asignaron nuevas funciones están:

- Jefe de mantenimiento mecánico.
- Encargados de taller.

Tabla XCIX. Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de mantenimiento

<p>► Jefe de mantenimiento mecánico</p> <p>Entre las atribuciones que le competen al jefe de mantenimiento mecánico, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">● Recibir los reportes de fallas y programar las actividades necesarias para darle solución a las fallas presentadas.● Verificar la calidad del trabajo realizado, conjuntamente con el jefe y/o supervisor de producción.● Asignar al personal (mecánicos) necesario para actividades de mantenimiento de línea.● Atender las fallas reportadas del formato de control de arranques de línea.● Atender las fallas reportadas del formato de mantenimiento preventivo a equipos.● Dar seguimiento a la información de que es responsable según la matriz de documentación.
<p>► Encargados de taller</p> <p>Entre las atribuciones que les competen a los supervisores de mantenimiento o de taller, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">● Ejecutar las actividades de mejora y de reparación de fallas en los equipos, conjuntamente con los mecánicos de línea, previa coordinación de las mismas por el jefe de mantenimiento mecánico.● Dar el apoyo necesario para solucionar los problemas que se presenten en los equipos, durante el proceso de producción.● Estar presente en los arranques de línea, para detectar fallos mecánicos.● Ejecutar las actividades de reparación en los equipos, conjuntamente con los mecánicos de línea, cuando se presenten fallas en los equipos a través de mantenimientos preventivos.

Fuente: Elaboración propia

3. Control de calidad

Entre los puestos del departamento de control de calidad, que se le asignaron nuevas funciones están:

- Jefe de control de calidad.
- Supervisores de control de calidad.

Tabla C. Asignación de nuevas funciones al personal del departamento de control de calidad

<p>► Jefe de control de calidad</p> <p>Entre las atribuciones que le competen al jefe de control de calidad, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Darle seguimiento a los informes de arranques de líneas elaborados por el supervisor de control de calidad. ● Verificar que el contenido de producto terminado sea el adecuado en el envasado (nivel de llenado), evitando el desperdicio de envase por bajo nivel. ● Evaluar los criterios de lampareros para el rechazo de envase sucio y con defectos físicos. ● Coordinar el análisis efectuado a los envases para detectar materias extrañas y suciedad. ● Coordinar la evaluación del torque (colocación de tapa en el producto final), que pueda ser causa de producto defectuoso. ● Dar seguimiento a la información de que es responsable según la matriz de documentación.
<p>► Supervisores de control de calidad</p> <p>Entre las atribuciones que les competen a los supervisores de control de calidad, originadas de la implementación del proyecto, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar diariamente el informe sobre arranques de línea conjuntamente con el supervisor de producción. ● Informar al supervisor de producción, cuando el envase para producir está sucio, cuando el producto terminado contiene partículas extrañas (defectuoso) o no está siendo llenado a la medida estándar 354 ml. (bajo nivel). ● Ejecutar el análisis efectuado a los envases para detectar materias extrañas y suciedad. ● Evaluar el torque (colocación de tapa en el producto final), que pueda ser causa de producto defectuoso. ● Dar seguimiento a la información de que es responsable según la matriz de documentación.

Fuente: Elaboración propia

4.3. Manejo y control de indicadores

Esta sección propone el manejo y control de los principales indicadores requeridos por las diferentes operaciones (producción, control de calidad y mantenimiento), para minimizar el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA.

Los participantes del proyecto (jefes, supervisores y encargados) de los departamentos mencionados, tendrán la responsabilidad de contribuir a la consecución de las metas trazadas para los diferentes indicadores creados para este proyecto, así como de difundir hacia el personal operativo el desarrollo, cumplimiento, mejora o mantenimiento al nivel requerido de los indicadores en que participen según su proceso de operación.

- **Procedimiento de manejo y control de indicadores**

- ▶ El presente procedimiento propone un sistema de manejo y control de indicadores, en el que se especifique al responsable de su manejo según las áreas y al respectivo seguimiento a que está sujeto.
- ▶ Seguidamente se debe elaborar la integración de indicadores, que incluya a la eficiencia, reporte de efectividad de atención a fallas mecánicas y el % índice de desperdicio de envase, para su respectivo control.
- ▶ La metodología usada para el control de los indicadores, es la de reuniones mensuales entre jefes, supervisores y encargados de los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento, para la comunicación de los mismos en cascada, con el propósito de que cada quién sea parte del proceso de mejora continua y pueda verificarse el avance de los indicadores en cada mes, con el propósito de hacer un análisis minucioso de los problemas que pudieron influir en la no consecución de las metas o bien las actividades relevantes realizadas para la mejora de los mismos.

- **Resultados obtenidos**

Después de haber realizado una prueba piloto, se obtuvieron los siguientes resultados:

- ▶ Se creó un sistema de manejo y control de indicadores, integrado de la siguiente forma:

Tabla CI. Sistema de manejo y control de indicadores

INDICADOR	RESPONSABLES DEL MANEJO DEL INDICADOR	SEGUIMIENTO
Eficiencia	Supervisor y jefe de producción, supervisor y jefe de control de calidad, encargado de taller y jefe de mantenimiento mecánico	Diario y mensual
Gráficos de Control	Supervisor y jefe de producción	Diario y mensual
Control de Arranques	Supervisor de producción, supervisor y jefe de control de calidad	Diario y mensual
Reporte de atención a fallas mecánicas	Supervisores de línea	Mensual
Desperdicio de envase	Supervisor y jefe de producción, supervisor y jefe de control de calidad, encargado de taller y jefe de mantenimiento mecánico	Diario y mensual

Fuente: Elaboración propia

Estos son los indicadores que serán manejados y controlados en la implementación del proyecto. Aquellos cuyo seguimiento sea diario, podrán ser monitoreados a través de los formatos y gráficos implementados, mientras que su resultado global, será a través de una integración de indicadores en forma mensual.

- ▶ Se elaboró la integración de indicadores (eficiencia, reporte de efectividad de atención a fallas mecánicas y el % índice de desperdicio de envase), donde se podrá hacer una comparación entre los resultados obtenidos mes a mes, para constatar el avance entre uno y otro. La representación de la integración de indicadores es la siguiente:

Tabla CII. Integración de indicadores de producción

INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN

INDICADORES	2006			2007											
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Eficiencia	60.53%	68.34%	75.95%	83.64%	83.81%	83.96%									
Reporte de efectividad	54.17%	68.00%	78.95%	85.71%	86.36%	86.67%									
% Índice de desperdicio de envase	1.99%	1.77%	1.52%	0.87%	0.75%	0.69%									

Fuente: Elaboración propia

El rubro que más interesa analizar para este proyecto es el de desperdicio de envase retornable.

4.4. Capacitación

Garantizar que el personal que participa del proyecto sea debidamente capacitado, para que se identifiquen y se comprometan con la realización del mismo.

- **Proceso de capacitación**

A continuación se describe el proceso propuesto para capacitar al personal involucrado en las operaciones de producción de ABASA, para minimizar el desperdicio de envase retornable.

1. Elaborar un programa de capacitación donde se determine:

- La fecha propuesta de capacitación.
 - Los temas a capacitar.
 - El personal que debe ser capacitado.
2. Organización de la capacitación:
 - Metodología propuesta para capacitar.
 3. Ejecución de la capacitación: dar cumplimiento a las capacitaciones descritas en el programa.
 4. Evaluación del programa de capacitaciones: medir los resultados del proyecto en forma global.
 5. Seguimiento al programa de capacitaciones.

- **Resultados obtenidos**

A continuación se describe la ejecución de las actividades correspondientes al proceso de capacitación propuesto en ABASA, como parte de la implementación del proyecto. Las actividades fueron ejecutadas como parte de una prueba piloto.

- 1. Elaborar un programa de capacitaciones**

Para realizar el programa de capacitaciones, fue necesaria una reunión con los jefes y supervisores de producción, control de calidad y mantenimiento, para definir los horarios adecuados.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad fue lo siguiente:

Tabla CIII. Programa de capacitaciones a impartir en ABASA

PROGRAMA DE CAPACITACIONES

FECHA	TEMA	PERSONAS ASISTENTES
06-Nov-06	Desperdicio de envase retornable (Introducción del proyecto a realizar)	Personal operativo de producción
06-Nov-06	Atributos que ocasionan desperdicio de envase retornable	Personal operativo de producción
20-Nov-06	Presentación del plan de acción	Personal de producción, control de calidad y mantenimiento
21-Nov-06	Uso de los formatos a implementar	Personal operativo de producción y control de calidad
Nov y Dic-06	Inducción a los operarios sobre el uso de equipos	Operadores de equipos de línea
Nov - Dic 06 y Ene - Feb-Mar 07	Presentación de avance de plan de acción	Personal de producción, control de calidad y mantenimiento
Mar-07	Presentación de resultados finales del proyecto	Personal de producción, control de calidad y mantenimiento
Mar-07	Manejo del agua residual	Personal operativo de producción
Abr-07	Presentación final del proyecto	Gerencia de planta

Fuente: **Elaboración propia**

2. Organización de la capacitación

La metodología empleada para impartir la capacitación al personal participante del proyecto debe ser de forma magistral, en el cual, el facilitador se encarga de desarrollar el contenido aplicando la técnica expositiva, de tal manera que la información del contenido se difunda ordenadamente y sea entendible para el personal, buscando su participación. También se debe hacer uso de información impresa y de medios visuales para desarrollar los temas.

3. Ejecución de la capacitación

A continuación se presenta la ejecución de las capacitaciones, según el programa desarrollado para el presente proyecto:

a. Capacitación sobre el desperdicio de envase retornable (Introducción del proyecto a realizar) y de los atributos que lo ocasionan.

La metodología empleada para impartir la capacitación al personal operativo de producción, fue la siguiente:

- Se utilizó una computadora para ir dirigiendo la presentación.
- Se dio una introducción sobre el proyecto a realizar y su importancia.
- Se recolectó una serie de envases conteniendo los atributos que ocasionan el desperdicio y se le mostró a cada uno de los participantes, en que área de proceso se generan.
- Se les indicó el papel que ocupan dentro del proyecto, motivándolos a participar.

A continuación se presenta una serie de fotos sobre esta capacitación:

Figura 166. Capacitación sobre el proyecto a realizar



Fuente: Investigación de campo

Figura 167. Grupo de operarios recibiendo capacitación



Fuente: Investigación de campo

Figura 168. Atributos que generan desperdicio de envase retornable (envase sucio)



Fuente: Investigación de campo

Figura 169. Atributos que generan desperdicio de envase retornable (nivel de llenado)



Fuente: Investigación de campo

b. Presentación del plan de acción

La metodología empleada para impartir la capacitación al personal de producción, control de calidad y mantenimiento, fue la siguiente:

- Se utilizó una computadora para ir dirigiendo la presentación.
- Se imprimieron copias sobre el plan de acción para que cada uno de los participantes tuviera una guía.
- Se analizó paso por paso los puntos que comprende el plan de acción.
- Se acordó que todos los lunes de cada semana, se estaría midiendo el avance de cada una de las acciones a implementar.

A continuación se presenta una serie de fotos sobre esta capacitación:

Figura 170. Presentación del plan de acción



Fuente: Investigación de campo

Figura 171. Grupo de capacitados (mantenimiento, control de calidad y producción)



Fuente: Investigación de campo

Figura 172. Compromisos adquiridos entre los tres departamentos



Fuente: Investigación de campo

c. Uso de los formatos a implementar

La metodología empleada para impartir la capacitación fue la siguiente:

- **Personal de producción**

- ▶ Se utilizó una computadora para ir dirigiendo la presentación.
- ▶ Se imprimieron copias sobre los formatos que deben llenar los operarios de producción como:
 - I. envase sucio,
 - II. bajo nivel,
 - III. producto defectuoso,
 - IV. defecto físico y
 - V. rotura de envases.
- ▶ Se les explicó cada uno de los formatos que deben llenar. Es importante mencionar que los operarios de la lámpara de vacío, son los indicados para llenar los formatos de envase sucio y defectos físicos.
- ▶ Los de bajo nivel y producto defectuoso serán llenados por los operarios de la lámpara de lleno.
- ▶ Los formatos de rotura de envases, serán llenados por los operadores de cada equipo de la línea de producción.
- ▶ También se les explicó que los operadores de equipos, llenarán los formatos de mantenimiento preventivo a equipos.
- ▶ Para cada uno de los formatos se les indicó la frecuencia con que deben ser llenados.
- ▶ La forma en que deben entregarle los formatos a los supervisores de producción.
- ▶ A los supervisores de producción, se les indicó la forma de cómo serán utilizados estos formatos y su ingreso a los programas de cómputo, según aquellos que les corresponda.

A continuación se presenta una serie de fotos sobre esta capacitación:

Figura 173. Uso de los formatos a operadores de equipos (personal de producción)



Fuente: Investigación de campo

Figura 174. Uso de los formatos a operadores de las lámparas de vacío y de lleno por el supervisor de línea (personal de producción)



Fuente: Investigación de campo

Figura 175. Uso de los formatos en físico (papel)



Fuente: Investigación de campo

Figura 176. Uso de los formatos en equipo de cómputo (personal de producción)



Fuente: Investigación de campo

- **Personal de control de calidad**

Al personal de control de calidad, se les explicó sobre el uso del formato control de arranques.

Se les explicó la frecuencia con que deben llenarlo y a quien deben entregarlo.

A continuación se presenta una serie de fotos sobre esta capacitación:

Figura 177. Uso de los formatos (personal de control de calidad)



Fuente: Investigación de campo

Figura 178. Uso de los formatos y forma de entrega (personal de control de calidad y producción)



Fuente: Investigación de campo

Figura 179. Uso de los formatos en equipo de cómputo (personal de control de calidad)



Fuente: Investigación de campo

d. Presentación de avance del plan de acción

Como se mencionó anteriormente, los avances del plan de acción, fueron revisados los días lunes de los meses noviembre – diciembre de 2006 y enero, febrero y marzo de 2007.

La metodología empleada para presentar el avance fue la siguiente:

- **Personal de producción**

- ▶ Se imprimieron los resultados de avance para cada uno de los operadores de equipos y supervisores de producción.
- ▶ Se analizó paso a paso, los avances en cada una de las actividades del plan de acción.
- ▶ Se fijaron compromisos, los cuales se medirían en la próxima reunión (todos los lunes hasta marzo '07).

A continuación se representa esta capacitación:

Figura 180. Presentación de resultados de avance del plan de acción (personal de producción)



Fuente: Investigación de campo

- **Personal de control de calidad**

- ▶ Se imprimieron los resultados de avance para cada uno de los auxiliares y supervisores de control de calidad.
- ▶ Se analizó paso a paso, los avances en cada una de las actividades del plan de acción.
- ▶ Se fijaron compromisos, los cuales se medirían en la próxima reunión (todos los lunes hasta marzo '07).

A continuación se representa esta capacitación:

Figura 181. Presentación de avance del plan de acción (personal de control de calidad)



Fuente: Investigación de campo

En esta foto aparece el supervisor de producción, ya que después de la presentación de avances, toma nota de los compromisos que adquiere con el departamento de control de calidad.

- **Personal de mantenimiento**

- ▶ Se imprimieron los resultados de avance para cada uno de los auxiliares y supervisores de mantenimiento.
- ▶ Se analizó paso a paso, los avances en cada una de las actividades del plan de acción.
- ▶ Se fijaron compromisos, los cuales se medirían en la próxima reunión (todos los lunes hasta marzo '07).

A continuación se representa esta capacitación:

Figura 182. Presentación de avance en plan de acción (auxiliares y supervisores de mantenimiento)



Fuente: Investigación de campo

e. Presentación de resultados finales

A continuación se muestran las fotos sobre la presentación de resultados finales del proyecto al personal de control de calidad, mantenimiento y producción.

Figura 183. Presentación de resultados por el jefe de producción



Fuente: Investigación de campo

Figura 184. Presentación de resultados por el supervisor de producción



Fuente: Investigación de campo

Figura 185. Lectura de resultados obtenidos en el proyecto



Fuente: Investigación de campo

Figura 186. Agradecimiento por resultados logrados al personal de producción



Fuente: Investigación de campo

4. Evaluación del programa de capacitaciones

La evaluación se realizó en base a los resultados finales del proyecto, lo cual da una calificación de satisfactorio.

5. Seguimiento al programa de capacitaciones

Finalizada la implementación del proyecto, se debe dar continuidad al programa de capacitaciones como parte de la mejora continua que se maneja en ABASA, por parte del departamento de recursos humanos, conjuntamente con los departamentos involucrados (producción, control de calidad y mantenimiento).

4.5. Costos de implementación

Los costos derivados del proyecto, fueron asumidos por la gerencia de planta. Este apoyo se logró, debido a la implementación de mejoras que ayudaron a reducir costos sobre el desperdicio de materia prima (envases retornables). Derivado de lo anterior, únicamente se van a detallar ciertos costos, los cuales se presentan a continuación.

Tabla CIV. Presentación de costos

HOJA TÉCNICA DE COSTOS PARA ACTIVIDADES DEL PLAN DE ACCIÓN				
a. Ejecución de actividades y acciones para mejorar la eficiencia				
No.	PIEZAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Válvulas de llenado (Repuestos)	5	Q2,500.00	Q12,500.00
2	Cañas de llenado (Repuestos)	500	Q15.00	Q7,500.00
b. Ejecución de actividades y acciones para mejorar la efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas que le reportan				
No.	PIEZAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Tulipa sujetadora de envase	300	Q10.00	Q3,000.00
2	Mariposas de llenado de válvulas	5	Q45.00	Q225.00
3	Empujadores de cajilla	5	Q80.00	Q400.00
4	Rodillos de avance	10	Q30.00	Q300.00
5	Bolsillos	1,500	Q40.00	Q60,000.00
c. Ejecución de actividades y acciones para minimizar los desperfectos y paros mecánicos por falta de mantenimiento preventivo que provoquen desperdicio de envase retornable				
No.	PIEZAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Engrase y Lubricantes			Q7,000.00
2	Artículos de limpieza			Q1,000.00
3	Cadenas de transportador (Repuestos)	3	Q500.00	Q1,500.00
d. Ejecución de actividades y acciones para otorgar la capacitación necesaria al operario sin experiencia en el uso de su máquina				
<p>En esta actividad, no se incurrió en gastos, ya que la capacitación fue impartida por operadores de los equipos hacia otros.</p>				
e. Ejecución de actividades y acciones para monitorear el comportamiento del envase por el proceso de producción				
<p>En esta actividad, no se incurrió en gastos, ya que la misma consistió en darle seguimiento al comportamiento del envase (Coca Cola 354 ml) por el proceso de producción. Esta actividad le fue asignada al personal operativo</p>				
<p>Además de los costos que se incurren, se contó con el almacén de repuestos, para atender otras necesidades de las actividades a, b y c.</p>				

Fuente: Elaboración propia

Cómo se pudo observar, no se presenta un costo total de implementación, debido a que en ciertas actividades, no se tuvo que invertir, debido a que se cuenta con la disponibilidad de repuestos y personal.

5. PROPUESTA AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO DEL AGUA RESIDUAL EN EL ÁREA DE MANUFACTURA

5.1. Manejo adecuado del agua residual en el área de manufactura

Primeramente se va definir el concepto de agua residual. Dicho concepto es manejado por la empresa ABASA con la siguiente definición: Es cualquier agua que durante la fabricación o procesamiento es contaminada cuando entra en contacto directo con uso de cualquier materia prima, producto intermedio, producto terminado, subproducto o producto de desecho. Esta sección trata, acerca de generar una propuesta ambiental que beneficie a la empresa ABASA, en el manejo del agua residual con base al parámetro pH (potencial de hidrógeno) que se forma en la planta, derivado del proceso de producción y que permita cumplir con los límites máximos permitidos de descarga establecidos por la regulación local y la compañía Coca Cola Internacional.

5.1.1. Características del agua residual

Las características del agua residual, que se generan en el proceso de embotellado, son las siguientes:

- Contiene soda cáustica, derivada de los aditivos usados por la lavadora.
- Contiene pH (potencial de hidrógeno), que significa la medida de acidez en la disolución.
- Lodo activado, derivado de partículas floculadas producidas en aguas residuales crudas o sedimentadas, por el crecimiento de microorganismos en presencia de oxígeno disuelto.

- Sólidos totales disueltos. Es la concentración de materiales disueltos que se encuentran dispersos en las aguas residuales.
- Sólidos totales suspendidos. Es la concentración de materiales insolubles dispersos en las aguas residuales.
- Aluminio
- Cadmio
- Cloro residual o libre
- Hierro
- Plomo
- Tensoactivos (LAS), que reacciona con azul de metileno (sustancia utilizada para verificar suciedad del envase).
- Seleno, sustancia usada como lubricante.

Como se mencionó anteriormente, de las características descritas, la más sobresaliente es la que se refiere al pH que contiene el agua residual, ya que la empresa debe cumplir con un límite aceptable para estar dentro del rango que establece la regulación local (Ley no contaminación de efluentes) y la compañía Coca Cola Internacional.

5.1.2. Cuantificación de la cantidad de agua residual generada en una jornada de producción

Para realizar la cuantificación del agua residual generada durante una jornada producción, se efectuó lo siguiente:

1. Primero

Se identificaron los puntos de control generadores de agua residual, siendo éstos los siguientes:

- Lavadora
- Llenadora
- Transportadores
- Encajonadora
- Paletizadora
- Carbo cooler

A continuación se presenta el procedimiento de cuantificación de agua residual, que genera cada punto de control en una jornada de producción:

- **Lavadora:** como su nombre lo indica, es aquel equipo que se encarga del lavado de envases retornables. El agua residual es generada, cuando el agua se mezcla con soda cáustica y otros aditivos químicos para lavar el envase. Dicha agua, desemboca en las alcantarillas que están en los bordes de la lavadora. El agua residual que genera la lavadora, se calculó de la siguiente forma

- a. En la parte superior del equipo, hay colocado un contador que indica el consumo de agua suave (agua utilizada para enjuague del envase cuando es lavado) que es utilizada en una jornada de producción.

La lectura del contador es en metros cúbicos. Para cuantificar la cantidad de agua suave utilizada se hizo lo siguiente:

* Jornada de producción: 11 horas

* Lectura inicial del contador: 23,321.595 m³.

* Lectura final del contador: 23,516.036 m³.

Consumo del día = Lectura final – Lectura inicial

Consumo del día = 23,516.036 – 23,321.595

Consumo del día = **194.441 m³**

Conversión a litros = 194.441 m³ * 1,000 lts / 1 m³

Consumo del día = **194,441 litros**

Figura 187. Ubicación de la salida de agua residual en la lavadora



Fuente: Investigación de campo

- **Llenadora:** este equipo genera agua residual, cuando desperdicia producto por explosión o rotura de envase, haciendo que la bebida terminada se diluya por las alcantarillas. El producto terminado o bebida terminada es considerada como agua residual, debido a su pH. El agua residual que genera la llenadora se puede realizar de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de litros de agua residual} = \\ & \text{Cantidad de producto desperdiciado} * \text{cantidad en litros} / \text{producto} \end{aligned}$$

En consecuencia, el promedio de producto desperdiciado en la llenadora oscila en 21 botellas (resultado obtenido de los datos de gráficos de control). La cantidad en litros que posee el producto es de 354 ml, por tanto al efectuar la operación que indica la fórmula anterior, los datos se reflejarían así:

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de litros de agua residual} = \\ & 21 \text{ botellas} * 354 \text{ ml} / \text{botella} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de litros de agua residual} = \\ & 7,434 \text{ ml} = \boxed{7.434 \text{ litros}} \end{aligned}$$

- **Transportadores:** un transportador es lubricado con Selene (producto químico). Genera agua residual, cuando el movimiento de las botellas se deslizan sobre el mismo, apoyándose de la lubricación mezclada con agua. Ese movimiento del envase, más el agua, provoca un espumeo en el Selene que lo hace caer sobre bandejas colocadas debajo de los transportadores. Seguidamente, cae al piso a través de mangueras que van conectadas a un orificio que tiene la bandeja.

Según datos proporcionados por la empresa, que presta este servicio a ABASA, la cantidad de agua que consume por hora es de 475 litros, lo cual proyectado a 11 horas de producción, se obtendría lo siguiente:

$$\text{Cantidad de litros de agua residual} = 475 \text{ litros/hora} * 11 \text{ horas}$$

Cantidad de litros de agua residual = **5,525 litros**

Figura 188. Ubicación de la salida de agua residual en los transportadores



Fuente: Investigación de campo

- **Encajonadora:** la cuantificación de agua residual que se genera en la encajonadora, es similar al del equipo llenadora. Ese dato puede obtenerse con la fórmula anterior:

$$\text{Cantidad de litros de agua residual} = \text{Cantidad de producto desperdiciado} * \text{cantidad en litros} / \text{producto}$$

En consecuencia, el promedio de producto desperdiciado en la encajonadora oscila en 84 botellas (3 cajas con 12 botellas del producto Coca Cola 12 onzas).

La cantidad en litros que posee el producto es de 354 ml, por tanto al efectuar la operación que indica la fórmula anterior, los datos se reflejarían así:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de litros de agua residual} &= \\ 84 \text{ botellas} * 354 \text{ ml / botella} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de litros de agua residual} &= \\ 29,736 \text{ ml} &= \boxed{29.736 \text{ litros}} \end{aligned}$$

- **Paletizadora:** la cuantificación de agua residual que se genera en la paletizadora, es similar al del equipo llenadora y encajonadora. Ese dato puede obtenerse con la fórmula anterior:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de litros de agua residual} &= \\ \text{Cantidad de producto desperdiciado} * \text{cantidad en litros / producto} & \end{aligned}$$

En consecuencia, el promedio de producto desperdiciado en la paletizadora es de 12 botellas.

La cantidad en litros que posee el producto es de 354 ml, por tanto al efectuar la operación que indica la fórmula anterior, los datos se reflejarían así:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de litros de agua residual} &= \\ 12 \text{ botellas} * 354 \text{ ml / botella} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de litros de agua residual} &= \\ 4,248 \text{ ml} &= \boxed{4.248 \text{ litros}} \end{aligned}$$

- **Carbocooler:** Es aquel equipo, que provee de bebida terminada al equipo llenadora, para que éste llene el envase retornable con producto.

Este equipo genera agua residual cuando efectúa enjuagues o saneos para los cambios de presentación, debido a los agentes químicos que utilizan. Es decir, que si por ejemplo termina de producir con jarabe Coca Cola y quiere iniciar otra producción con jarabe Fanta Naranja, entonces deberá efectuar un enjuague a la tubería (sanitización). En ese momento, las tuberías se limpian con agua, soda cáustica y otros químicos, en tanto lo que acumulaba (jarabe Coca Cola), es arrojado a las alcantarillas, formando agua residual con un pH alto.

La cuantificación del agua residual que se genera en los enjuagues o saneos, es de aproximadamente **10 litros**

2. Segundo

Luego de obtener los datos anteriores, se procede a efectuar una sumatoria para cuantificar la cantidad de agua residual que se genera en una jornada de producción de Coca Cola 12 onzas en envase retornable:

- Lavadora = 194, 441 litros
- Llenadora = 7.434 litros
- Transportadores = 5,525 litros
- Encajonadora = 29.736 litros
- Paletizadora = 4.248 litros
- *Carbocooler* = 10 litros

Litros de agua residual = **200,017.418 litros**

La conversión de este dato a galones, sería de la siguiente forma:

~~200,017.42 litros~~ / ~~3.7853 (litros / galón)~~

Galones de agua residual = **52,840.57 galones**

5.1.3. Check list de identificación de riesgos de contaminación al ambiente

A continuación se enlistan los riesgos que puede causar el agua residual al ambiente, con características similares a la generada en el proceso de embotellado del producto Coca Cola.

Tabla CV. Check list de identificación de riesgos de contaminación ambiental

CHECK LIST DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			
No.	ACTIVIDAD	RIESGO AMBIENTAL	
		SI	NO
1	Provoca la muerte de seres vivos (peces) debido a que las sustancias químicas que posee el agua residual.	X	
2	Provoca el crecimiento de algas marinas.	X	
3	Contamina aún más los conductos de drenaje.	X	
4	Produce olor desagradable.	X	
5	El jarabe terminado es corrosivo.	X	
6	El pH generado de las operaciones de proceso, es bastante alto que puede no cumplir con la regulación local ambiental y los requerimientos de la compañía Coca Cola.	X	
7	Contamina otros afluentes cercanos.		X

Fuente: Investigación de campo

5.1.4. Propuesta de manejo

La propuesta de manejo del agua residual que se propuso a la empresa ABASA, fue la siguiente: Las aguas residuales con base al parámetro pH (potencial de hidrógeno) se pueden tratar enteramente en la planta y descargar directa o indirectamente a un cuerpo natural de agua o a un sistema de tratamiento de alcantarillado municipal o privado. El tratamiento completo en el sitio, incluye un pretratamiento (identificación de contaminantes) en el sitio antes de realizar la descarga y luego un tratamiento secundario (procesos utilizados para reducir, eliminar o alterar la naturaleza de los contaminantes de aguas residuales) para cumplir con los estándares de descarga reglamentarios locales o de Coca Cola en cuanto a flujos de descarga y tipos de contaminantes.

- **Acciones requeridas**

Para tratar el agua residual con base al parámetro pH (potencial de hidrógeno) enteramente en la planta de ABASA, la propuesta de manejo se divide en dos fases que son:

- a) Pretratamiento
- b) Tratamiento secundario

- a) Pretratamiento**

Las actividades en curso respecto a un pretratamiento son las siguientes:

1. Conocer los requerimientos de calidad de aguas residuales con base al parámetro pH (potencial de hidrógeno).
2. Detalle de un plano de drenaje propuesto para área de proceso (línea 1).
3. Identificación del parámetro pH según el área de proceso (línea 1) generadora de agua residual.
4. Implementar un programa de manejo de materiales químicos contaminantes.

- 1. Conocer los requerimientos de calidad de aguas residuales con base al parámetro pH (potencial de hidrógeno)**

El conocimiento de los requerimientos de calidad que solicita la compañía Coca Cola y las leyes locales, sobre las aguas residuales generadas en el proceso productivo, en cuanto al pH generado, es importante debido al control y seguimiento que pueda darse sobre el límite máximo permisible de descarga que oscila entre 6 y 9.

- **Resultados obtenidos**

- Investigación en la legislación local y en la documentación del sistema de calidad Coca Cola, de los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales que se aplican en el proceso de embotellado de ABASA.
- Se propone elaborar un listado maestro, que integre los parámetros que solicita la regulación local y la Compañía Coca Cola, para el manejo del agua residual de su franquicia ABASA. Para el listado maestro, se propone que el mismo sea distribuido en el departamento de control de calidad para el conocimiento del personal.

A continuación se presenta el listado maestro de estándares requeridos con sus parámetros y límites aceptables.

Tabla CVI. Estándares requeridos para el manejo del agua residual

ESTÁNDARES	
Parámetro	Límite Aceptable
Aluminio (mg/L)	< 1.6
Cloro residual o "libre" (µg/L)	< 11
Cromo (III y VI) (mg/L)7a	< 3
Color (Unidades Pt/Co)	100
Oxígeno disuelto (mg/L)	> 1
Hierro (mg/L)	< 1
Plomo (mg/L)	< 1
Nitrógeno total (mg/L)	< 5.4
pH	6-9
Fósforo (mg/L)	< 2 (cuerpos de agua); <5 (alcantarilla)
Sólidos totales disueltos (mg/L)	< 2100

Continuación

Sólidos totales suspendidos (mg/L)	< 50
Sulfatos (mg/L)	< 260
Tensoactivos (LAS)—que reaccionan con azul de metileno (mg/L)	< 0.5
Temperatura del agua (variación con respecto al medio ambiente que la recibe) (°C)	< 40
Demanda biológica de oxígeno	< 500
Demanda bioquímica de oxígeno	< 3000

Fuente: Investigación de campo

Como el enfoque del manejo de agua residual es sobre el potencial de hidrógeno (pH), el límite aceptable debe mantenerse en valores de 6 a 9.

2. Detalle de un plano de drenaje propuesto para área de proceso (línea 1)

Para cumplir con este requerimiento, se necesitará del apoyo del asistente de ingeniería o de proyectos, quien se encarga de elaborar planos y bosquejos de construcciones. Como la empresa cuenta con sus planos originales, donde se detallan todas las corrientes de agua de alimentación y aguas residuales de proceso y sanitarias, para generar la propuesta, primero se debería comparar si la capacidad actual de drenajes instalados en la línea 1 es capaz de absorber la cantidad de agua residual generada en el proceso de llenado, para generar un nuevo plano de ubicación de drenajes.

Actualmente el área de manufactura de la línea 1 tiene 18 drenajes disponibles para contrarrestar el agua residual que se genera del proceso de producción (ver sección 3.7.1.).

Los drenajes que pertenecen al área de la lavadora son los que absorben la mayor cantidad de agua residual, ya que lo forma un aproximado de 6 drenajes individuales.

- **Resultados obtenidos**

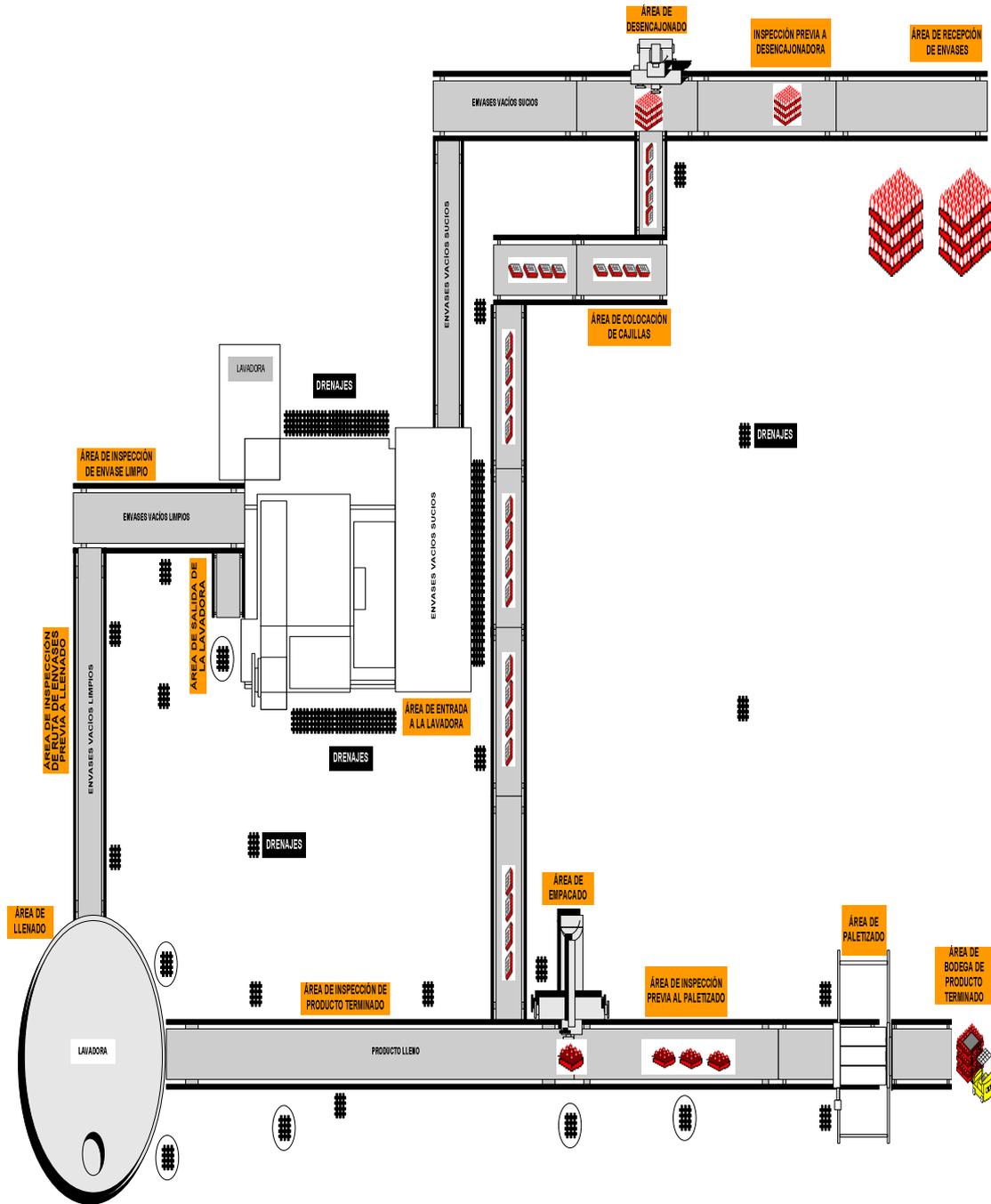
Luego de realizar la comparación anterior, se generó un nuevo plano de drenaje para contrarrestar el flujo de agua residual que se genera en ciertas áreas de la línea 1. El criterio para determinar la instalación de un nuevo drenaje, fue por el acumulamiento de agua formada en el área de línea 1.

Entre estas áreas están las siguientes:

- En el área de la lavadora debería ser colocado un drenaje.
- En el área de la llenadora deberían ser colocados dos drenajes.
- En el área de empacado debería colocarse un drenaje.
- En el área de inspección previa al paletizado, debería colocarse un drenaje; y
- En el área de transportadores, un drenaje.

Si se implementaran estas propuestas, el área de manufactura tendría el siguiente plano de drenajes:

Figura 189. Plano propuesto de drenajes para el control del agua residual



Fuente: Elaboración propia

Nota: Los drenajes encerrados con un círculo, son los propuestos.

3. Identificación del parámetro pH según el área de proceso (línea 1) generadora de agua residual.

En esta etapa, se propone identificar al parámetro pH que se debe controlar como agua residual, según el área de proceso que lo genera.

Según la sección 5.1.2., las áreas de proceso que generan agua residual, son las siguientes: lavadora, llenadora, transportadores, encajonadora, paletizadora y carbo cooler.

- **Lavadora:** Es el área crítica, es decir que tiene impacto en la generación de agua residual contaminante con pH. Esto se debe a que las sustancias químicas (soda cáustica) utilizadas en el proceso de lavado, genera un pH mayor de 9, lo que significa que se debe estar controlando y neutralizando constantemente, para no estar fuera de los rangos que establece la ley de no contaminación de afluentes y de los requerimientos de la compañía Coca Cola.
- **Llenadora:** La sustancia contaminante en este equipo es la bebida terminada lista para ser envasada como bebida carbonatada. Esta sustancia integra una gran cantidad de parámetros (incluyendo al pH), que deben ser controlados.
- **Transportadores:** La sustancia contaminante en este equipo, es el Seleno que actúa como un sólido total disuelto.
- **Encajonadora:** La sustancia contaminante en este equipo, es el producto terminado proveniente de la rotura de envase que se genera de la operación del mismo. Esta sustancia integra una gran cantidad de parámetros (incluyendo al pH), que deben ser controlados.

- **Paletizadora:** La sustancia contaminante en este equipo, es el producto terminado proveniente de la rotura de envase que se genera de la operación del mismo. Esta sustancia integra una gran cantidad de parámetros (incluyendo al pH), que deben ser controlados.
- **Carbo cooler:** La sustancia contaminante en este equipo, es el jarabe terminado puro que es removido con soda cáustica, después de finalizar la producción, mismo que se derrama cuando se procede al saneo o enjuagues. Es altamente corrosivo e integra un pH que debe ser controlado.

- **Resultados obtenidos**

Con la identificación de los parámetros contaminantes según el área de generación, se puede desarrollar el programa de manejo de materiales químicos contaminantes.

4. Implementar un programa de manejo de materiales químicos contaminantes

Una vez que se lograron identificar a los materiales considerados como peligrosos, es importante implementar un programa de manejo sobre los mismos. El programa de manejo de materiales peligrosos, fue elaborado con la ayuda del Gerente de Aseguramiento de Calidad y Jefe de Seguridad e Higiene Industrial.

Estas personas indicaron que los contaminantes inmersos en el agua residual, no se pueden eliminar por completo, pero sí neutralizarlos para evitar que la contaminación sea mayor de lo establecido por los estándares de calidad de flujo de descarga de aguas residuales.

- **Resultados obtenidos**

A continuación se presenta el programa elaborado, con enfoque al cumplimiento de los límites permisibles sobre pH:

Tabla CVII. Programa de manejo de materiales químicos contaminantes de aguas residuales

PROGRAMA DE MANEJO DE MATERIALES QUÍMICOS CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES				
Parámetro	Límite Aceptable	Operación de Control	Seguimiento	Responsables
Aluminio (mg/L)	< 1.6	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Cloro residual o "libre" (µg/L)	< 11	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad y Mantenimiento
Cromo (III y VI) (mg/L)7a	< 3	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Color (Unidades Pt/Co)	100	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Oxígeno disuelto (mg/L)	> 1	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Hierro (mg/L)	< 1	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Plomo (mg/L)	< 1	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Nitrógeno total (mg/L)	< 5.4	Verificar que este parámetro no rebase el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
pH	6 a 9	Registrar los valores de pH según la mediciones realizadas y verificar si se cumple con el límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Fósforo (mg/L)	< 2 (cuerpos de agua); <5 (alcantarilla)	Verificar este parámetro en base a la cisterna de agua y control de sedimentos en los tragantes (alcantarillas)	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Sólidos totales disueltos (mg/L)	< 2100	Control de la concentración de materiales disueltos (mezcla de parámetros), cuyo valor debe ser menor al límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Sólidos totales suspendidos (mg/L)	< 50	Control de la concentración de materiales suspendidos (mezcla de parámetros), cuyo valor debe ser menor al límite aceptable	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Sulfatos (mg/L)	< 260	El manejo de los sulfatos en forma individual originan una concentración cuyo resultado global no debe exceder el límite aceptable.	Diario, con seguimiento c/2 horas	Control de Calidad
Tensoactivos (LAS)—que reaccionan con azul de metileno (mg/L)	< 0.5	Eliminación parcial del azul de metilo mediante la reacción con agua	Diario, según el muestreo para verificar suciedad de envase en la producción	Control de Calidad

Fuente: Elaboración propia

b) Tratamiento secundario

Entre las actividades propuestas para un tratamiento secundario de aguas residuales con enfoque en el parámetro pH, se pueden elegir cualquiera de estas dos actividades:

1. Neutralización del agua residual (pH) en la fuente de generación.
2. Neutralización del agua residual (pH) en el sitio de descarga.

1. Neutralización del agua residual (pH) en la fuente de generación

La neutralización en la fuente de generación, significa contrarrestar el efecto de contaminación de agua residual en el lugar mismo donde se genera. A continuación, se describe la propuesta de un procedimiento de neutralización de pH con enfoque en la lavadora, ya que es el equipo que genera mayor agua residual conteniendo un $\text{pH} > 9$.

- **Lavadora:** Como se mencionó anteriormente, el agua residual que descarga la lavadora, proviene de la actividad del lavado de botellas, generando un pH alto en comparación con los rangos (6 a 9) que establece la ley de no contaminación de afluentes y los requerimiento de la Compañía Coca Cola. De lo anterior, el enfoque de neutralización se centra en contrarrestar el nivel alto de pH y llevarlo a ser neutro. Para lograr lo anterior, se debe realizar el siguiente estudio y procedimiento:

Determinación de pH

La lavadora tiene dos tanques que contienen soda cáustica al 2.5% de concentración. En estos tanques se sumergen las botellas para remover la suciedad que contengan, siendo la temperatura en estos tanques de aproximadamente 65 °C.

Luego las botellas pasan por una serie de enjuagues, en donde se recircula el agua por medio de bombas y al final se tiene un enjuague con agua fresca, para lo cual se utilizan boquillas individuales para cada botella. Al final el agua se escurre y la botella sale a la mesa de descarga completamente limpia.

Cierta cantidad de agua con arrastre de soda es enviada por una tubería al drenaje de descarga. En ese punto, con la ayuda del jefe de seguridad e higiene industrial y gerente de aseguramiento de calidad, se tomaron una serie de muestras a través del potenciómetro, para determinar el contenido de pH.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de control de calidad, donde se determinó que el pH promedio de las muestras fue de **11.20**.

Neutralización del pH

La propuesta de manejo y neutralización del pH generado del proceso de lavado, es por medio del ácido sulfúrico (H_2SO_4). Este agente químico, permitirá reducir el pH a los rangos requeridos por la legislación local y la Compañía Coca Cola (6 a 9). El procedimiento de neutralización fue el siguiente:

Procedimiento

- a. Primeramente se determinó la concentración de pH en el agua residual generada en la lavadora. Este valor se obtuvo del análisis efectuado en conjunto con el jefe de seguridad e higiene industrial, el gerente de aseguramiento de calidad y jefe de control de calidad. El jefe de seguridad e higiene industrial fue el encargado de colocar el potenciómetro dentro del drenaje y dictar la lectura de pH obtenida. El gerente de aseguramiento de calidad se encargó de medir el caudal en el cual se realizó la medición del pH con el caudalímetro, en tanto que el jefe de control de calidad, anotó los resultados del pH y del caudal en minutos. Los resultados preliminares, se muestran a continuación:

Tabla CVIII. Tabla de resultados sobre pH generado en la lavadora

No. MUESTRA	HORA	CAUDAL g/min	pH (Promedio)
1	06:15	70	11.2
2	06:30	70	
3	06:45	80	
4	07:00	80	
5	07:15	90	
6	07:30	90	
7	07:45	80	
8	08:00	80	
9	08:15	90	
10	08:30	90	
11	08:45	80	
12	09:00	70	
13	09:15	80	
14	09:30	60	
15	09:45	70	
16	10:00	80	
17	10:15	80	
18	10:30	70	
19	10:45	90	
20	11:00	70	
21	11:15	70	
22	11:30	80	
23	11:45	80	
24	12:00	80	
25	12:15	80	
26	12:30	80	
27	12:45	80	
28	13:00	80	
29	13:15	80	
30	13:30	80	
31	13:45	80	
32	14:00	80	
33	14:15	70	
34	14:30	70	
35	14:45	70	
36	15:00	90	
37	15:15	80	
38	15:30	80	
39	15:45	90	
40	16:00	90	
41	16:15	90	
42	16:30	90	
43	16:45	90	
44	17:00	90	
45	17:15	90	
46	17:30	90	
47	17:45	90	
48	18:00	80	
49	18:15	90	
50	18:30	80	
51	18:45	80	
52	19:00	80	
53	19:15	70	
54	19:30	70	
55	19:45	70	
56	20:00	80	
57	20:15	80	
58	20:30	80	
59	20:45	80	
60	21:00	80	
61	21:15	80	
62	21:30	80	
63	21:45	90	
64	22:00	90	
65	22:15	90	
66	22:30	90	
67	22:45	80	
68	23:00	80	
69	23:15	70	
70	23:30	70	
71	23:45	50	
Promedio (gal/min)		80	

Fuente: Elaboración propia

- b. A continuación, se determinó la cantidad de ácido sulfúrico (H_2SO_4) necesario para neutralizar el agua residual hasta un valor pH con rangos de 6 a 9.

Este dato fue proporcionado por el gerente de aseguramiento de calidad y jefe de seguridad e higiene industrial, previo a un análisis de laboratorio,

La cantidad de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a aplicar en los caudales del drenaje de la lavadora fue de 350 ml/min.

- c. Seguidamente se realizó una conversión de ml a galones, de la cantidad de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a aplicar en los caudales con promedio de 80 galones/min.

$$\frac{350 \text{ ml} * 1 \text{ gal}}{3.7853 \text{ litros} * 1,000 \text{ ml/litro}}$$

0.092463 galones

Este valor se muestra en la columna de galones de H_2SO_4 hasta un pH < 9.

- d. En la columna concentración (H_2SO_4), se anotó el nombre del ácido sulfúrico utilizado a nivel industrial, para neutralizar el pH generado del agua residual.
- e. Para obtener el volumen promedio de la lavadora en galones / min, primero se obtuvo la cantidad que genera en galones / día.

Este último dato, se obtuvo de la sección 5.1.2. (cuantificación de la cantidad de agua residual generada en una jornada de producción), cuyo valor es de 52,840 galones / día.

Luego se realizó la conversión para obtener galones / minuto. Para esta conversión se hace la salvedad, de que un día de producción es de 11 horas. Sabiendo lo anterior, se realizó el cálculo:

$$\frac{52,840 \text{ galones / día}}{60 \text{ min / hora} * 11 \text{ horas / día}}$$

80 galones / minuto

Como se puede observar, este dato coincide con el promedio de galones/minuto generados por el caudal de la lavadora (tabla XCIX).

Con esta comparación, se asegura que cuando se midió la concentración de pH en la lavadora, la cantidad de agua residual generada en una jornada de producción coincide con el flujo promedio de descarga, lo que garantiza que los resultados son confiables.

- f. Para finalizar con este procedimiento, se calculó el volumen de ácido sulfúrico (H_2SO_4) necesario para neutralizar la cantidad de agua residual generada en la lavadora (52,840 galones/día).

Si se quiere neutralizar a un pH <9, se necesita un aproximado de 61 galones/día.

El resultado se obtuvo de la siguiente forma:

$$\frac{350 \text{ ml H}_2\text{SO}_4}{\text{min}}$$

Neutraliza a

$$\frac{80 \text{ galones}}{\text{min}}$$

Entonces:

$$\frac{350 \cancel{\text{ ml}} \text{ H}_2\text{SO}_4}{\cancel{\text{ min}}} * \frac{1 \cancel{\text{ litro}}}{1,000 \cancel{\text{ ml}}} * \frac{1 \cancel{\text{ galón}}}{3.7853 \cancel{\text{ litros}}} * \frac{60 \cancel{\text{ min}}}{1 \cancel{\text{ hora}}} * \frac{11 \cancel{\text{ horas}}}{1 \cancel{\text{ día}}}$$

61.03 galones / día

$$\frac{61.03 \text{ galones H}_2\text{SO}_4}{\text{día}}$$

Neutraliza a

$$\frac{52,840 \text{ galones}}{\text{día}}$$

g. El ácido sulfúrico se rocía sobre el agua residual, cuando ésta es expulsada por la lavadora en los drenajes.

Seguidamente se procede a tomar la lectura del pH para determinar que se encuentra entre los rangos de 6 a 9 en forma puntual y manual.

h. El personal recomendado para realizar esta actividad, es el jefe de seguridad e higiene industrial, jefe de control de calidad y gerente de aseguramiento de calidad.

i. Los resultados finales fueron los siguientes:

Tabla CIX. Tabla de resultados finales sobre neutralización de pH generado en la lavadora

No. MUESTRA	HORA	CAUDAL (gal/min)	pH (Promedio)	CONCENTRACION H ₂ SO ₄	VOLUMEN PROMEDIO (gal/min)	VOLUMEN PROMEDIO (gal/día)	VOLUMEN H ₂ SO ₄ pH<9 (gal/día)
1	06:15	70	11.2	Grado Industrial 98%	80	52,840	61.02
2	06:30	70					
3	06:45	80					
4	07:00	80					
5	07:15	90					
6	07:30	90					
7	07:45	80					
8	08:00	80					
9	08:15	90					
10	08:30	90					
11	08:45	80					
12	09:00	70					
13	09:15	80					
14	09:30	60					
15	09:45	70					
16	10:00	80					
17	10:15	80					
18	10:30	70					
19	10:45	90					
20	11:00	70					
21	11:15	70					
22	11:30	80					
23	11:45	80					
24	12:00	80					
25	12:15	80					
26	12:30	80					
27	12:45	80					
28	13:00	80					
29	13:15	80					
30	13:30	80					
31	13:45	80					
32	14:00	80					
33	14:15	70					
34	14:30	70					
35	14:45	70					
36	15:00	90					
37	15:15	80					
38	15:30	80					
39	15:45	90					
40	16:00	90					
41	16:15	90					
42	16:30	90					
43	16:45	90					
44	17:00	90					
45	17:15	90					
46	17:30	90					
47	17:45	90					
48	18:00	80					
49	18:15	90					
50	18:30	80					
51	18:45	80					
52	19:00	80					
53	19:15	70					
54	19:30	70					
55	19:45	70					
56	20:00	80					
57	20:15	80					
58	20:30	80					
59	20:45	80					
60	21:00	80					
61	21:15	80					
62	21:30	80					
63	21:45	90					
64	22:00	90					
65	22:15	90					
66	22:30	90					
67	22:45	80					
68	23:00	80					
69	23:15	70					
70	23:30	70					
71	23:45	50					

Fuente: Elaboración propia

- **Llenadora:** Como se indicó anteriormente la sustancia contaminante en este equipo es la bebida terminada. Esta sustancia es corrosiva, pero no significativa debido a la poca cantidad que se genera diariamente (7.434 litros) ya que se controla con agua.
- **Transportadores:** La sustancia contaminante es el Selene que actúa como un sólido total disuelto. Esta sustancia se utiliza como lubricante y no altera los parámetros del pH.

Neutralización

La neutralización de Selene a valores menores de 2,100 se realiza con agua fresca y fría, debido a la buena disolución que posee este lubricante, a pesar de consumirse diariamente 5,525 litros.

Este proceso de lubricación se realiza durante operación, debido a que el Selene para actuar como lubricante, necesita mezclarse con agua.

- **Encajonadora:** Como se indicó anteriormente la sustancia contaminante es el producto terminado proveniente de la rotura de envase que se genera de la operación del mismo. Esta sustancia es corrosiva, pero no significativa debido a la poca cantidad que se genera diariamente (29.736 litros) ya que se controla con agua.
- **Paletizadora:** Como se indicó anteriormente la sustancia contaminante es el producto terminado proveniente de la rotura de envase que se genera de la operación del mismo. Esta sustancia es corrosiva, pero no significativa debido a la poca cantidad que se genera diariamente (4.248 litros) ya que se controla con agua.

- **Carbo cooler:** La cantidad de agua residual es de 10 litros, proveniente del jarabe terminado puro que se derrama cuando se procede al saneo o enjuagues por cambio de sabor.

Es altamente corrosivo pero no significativo de contaminación debido a la poca cantidad.

- **Resultados obtenidos**

Se presentó un procedimiento de neutralización para un rango pH entre 6 y 9 en la fuente de generación (equipos).

La propuesta es la siguiente:

Tabla CX. Propuesta de manejo de agua residual (pH) en la fuente de generación

EQUIPOS	PROPUESTA DE NEUTRALIZACIÓN (pH<9)	RESULTADO FINAL
Lavadora	Aplicación de concentración de 61.03 galones H ₂ SO ₄ /día al flujo de 52,840 galones/día que genera la lavadora	pH < 9
Llenadora	Aplicación de agua	
Transportadores	Aplicación de agua	
Encajonadora	Aplicación de agua	
Paletizadora	Aplicación de agua	
Carbo Cooler	Aplicación de agua	

Fuente: Elaboración propia

Aplicar el ácido sulfúrico en forma puntual en la fuente de generación (lavadora), produce un pH con rangos entre 6 y 9, pero puede cambiar a rangos mayores de 9 en el sitio de descarga, debido a la variabilidad en la unión de caudales.

2. Neutralización del agua residual (pH) en el sitio de descarga

La neutralización en el sitio de descarga, consiste en realizar una propuesta de manejo del agua residual en términos de pH, antes de que la misma se vierta directamente al sistema de alcantarillado. Es decir que la neutralización del pH, se pretende realizar en el tramo final que desemboca las aguas residuales de operación de los equipos lavadora, llenadora, transportadores, encajonadora, paletizadora y carbo cooler, en forma conjunta.

Propuesta de neutralización del pH en el sitio de descarga

Propuesta de neutralización del pH en el sitio de descarga es el siguiente:

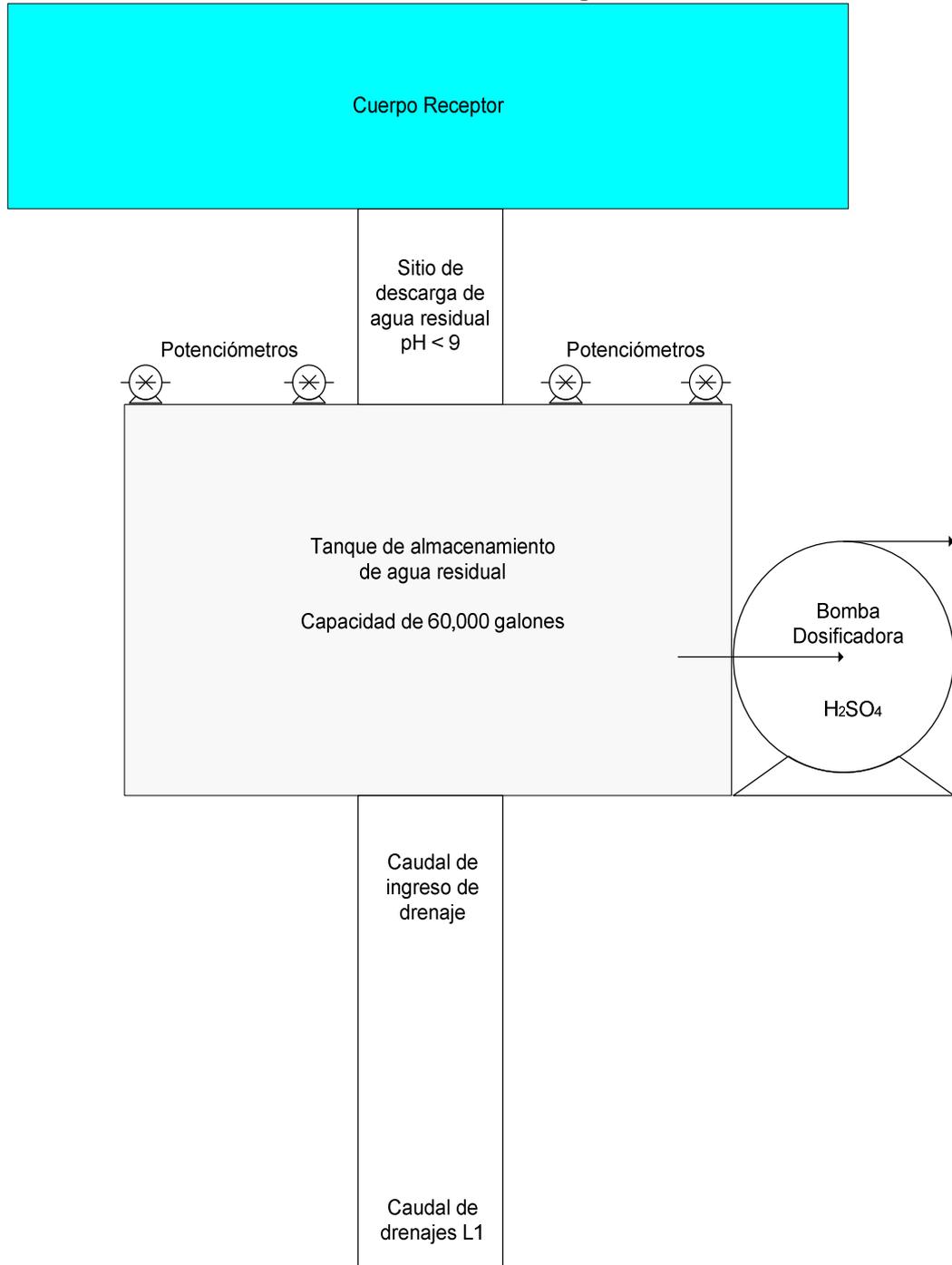
- En el sitio de descarga, la contaminación predominante se origina del pH generado por la acumulación de agua residual proveniente de la línea 1.
- A pesar de la aplicación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) en la fuente de generación (equipos de línea 1), los valores del pH en el sitio de descarga, son variables, debido a:
 - a. Jornadas de producción mayores a 11 horas (línea 1).
 - b. El caudal de agua residual no es constante.
- De lo anterior, se propone la construcción de un tanque con capacidad para 60,000 galones de agua cercano al sitio de descarga.

- Sus medidas serán de 227.12 m³ (60,000 galones * 0.0037853 m³ / 1 galón) fraccionados en 6.10 mts x 6.10 mts x 6.10 mts.
- La construcción del tanque se propone que se construya sobre el nivel del suelo.
- Acompañado de ese mismo tanque, se propone instalarle una bomba dosificadora de H₂SO₄.
- El funcionamiento del tanque con la bomba dosificadora, es el siguiente:
 - ▶ El tanque almacenará los 60,000 galones de agua residual, provenientes de la línea 1. La velocidad del caudal con que entra al tanque es de 80 gal /min, con un pH promedio de **11.2**.
 - ▶ Al llenarse la capacidad del tanque, la bomba dosificadora, se activará automáticamente e inyectará una cantidad de ácido sulfúrico (H₂SO₄) equivalente a 350 ml/min, para contrarrestar al caudal de 80 gal/min que ingresa al tanque proveniente de agua residual y así minimizar el pH.
 - ▶ Seguido a este proceso, se deberá leer la medición del pH con potenciómetros ubicados en el tanque, para verificar la efectividad de la dosificación.
 - ▶ Por último se procede a la liberación del agua residual tratada, al sitio de descarga con un pH<9.

Con esta propuesta se esperaría que los resultados de pH en el sitio de descarga, se conserven en los rangos establecidos por la legislación nacional y los requerimientos de la compañía Coca Cola.

La ilustración y funcionamiento de la propuesta, se presenta a continuación:

Figura 190. Plano de propuesta de neutralización del pH, en el sitio de descarga



Fuente: Elaboración propia

Caudal de drenaje línea 1 = 80.00 galones / minuto

Una vez que la capacidad del tanque se llene con los 60,000 galones, la bomba dosificadora aplicará el ácido sulfúrico (H₂SO₄) a un flujo de 350 ml/min para contrarrestar el pH del caudal de drenaje línea 1. Este dato se obtuvo de muestras realizadas en el laboratorio conjuntamente con el jefe de seguridad e higiene industrial y gerente de aseguramiento de calidad.

Para calcular la cantidad de ácido sulfúrico (H₂SO₄) necesaria para neutralizar la capacidad del tanque (60,000 galones), se deben efectuar las siguientes relaciones:

Tiempo de llenado del tanque

Tiempo de llenado del tanque = Capacidad tanque/ Velocidad caudal

Tiempo de llenado del tanque = 60,000 galones / (80 galones/minuto)

Tiempo de llenado del tanque = 750 minutos = 12.50 horas

Cálculo de neutralización

Si se sabe que la bomba dosificadora, aplicará ácido sulfúrico a un ritmo de 350 ml/min, a un pH promedio de 11.2, el cálculo para neutralizar la capacidad del tanque es el siguiente:

$$\frac{350 \text{ ml H}_2\text{SO}_4}{\text{min}} * \frac{1 \text{ litro}}{1,000 \text{ ml}} * \frac{1 \text{ galón}}{3.7853 \text{ litros}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{12.5 \text{ horas}}{1 \text{ día}}$$

69.35 galones / día ≈ 70 galones / día

- Resultados obtenidos

Se logró realizar una propuesta de manejo del pH en el agua residual en el sitio de descarga, generada del área de manufactura de línea 1, cumpliendo con los límites máximos permitidos por la legislación nacional y los requerimientos de la compañía Coca Cola. Esto se refleja con el control que se tiene sobre la variabilidad de caudales que se tiene en el sitio de descarga. Esta propuesta fue generada con ayuda del jefe de seguridad e higiene industrial y gerente de aseguramiento de calidad.

5.2. Capacitación

La capacitación del manejo del agua residual, fue impartida al personal de control de calidad. Los temas impartidos en la capacitación fueron los siguientes:

- Característica del agua residual.
- Pretratamiento de manejo del agua residual.
- Tratamiento secundario de manejo de agua residual.

A continuación se presenta una serie de fotos sobre la capacitación impartida.

Figura 191. Capacitación al personal de control de calidad sobre características del agua residual



Fuente: Investigación de campo

Figura 192. Capacitación al personal de control de calidad sobre pretratamiento de manejo del agua residual



Fuente: Investigación de campo

Figura 193. Capacitación al personal de control de calidad sobre tratamiento secundario de manejo del agua residual



Fuente: Investigación de campo

5.3. Costos de implementación

Los costos de implementación aplican a la propuesta de tratamiento secundario.

- **Costos para neutralizar el agua residual (pH) en la fuente de generación**

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es la sustancia que se utiliza para neutralizar el pH generado de la lavadora. Para calcular los costos generados de la utilización de este químico para reducir el pH a un rango entre 6 y 9, se realizaron los siguientes cálculos:

$$\rho_{H_2SO_4} = 1,800 \text{ kg/m}^3$$

Masa del recipiente = 200 kilogramos

$$\rho = m / v$$

$$\Rightarrow v = m / \rho$$

$$v = 200 \text{ kg} / (1,800 \text{ kg/m}^3)$$

$$V_{\text{recipiente}} = 0.1111 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{recipiente}} = 0.1111 \cancel{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ Galón}}{0.0037853 \cancel{\text{m}^3}} = \boxed{29.35 \text{ galones} \approx 30 \text{ Galones}}$$

Para determinar la cantidad de recipientes a utilizar para contrarrestar el consumo diario, se realizó la siguiente operación:

$$\# \text{ recipientes de } H_2SO_4 = \text{Volumen diario} / \text{Volumen recipiente}$$

$$\# \text{ recipientes de } H_2SO_4 = 61.02 \cancel{\text{galones}} / 30 \cancel{\text{galones}}$$

$$\# \text{ recipientes de } H_2SO_4 = \boxed{2.03 \text{ recipientes} \approx 2 \text{ recipientes.}}$$

Cada recipiente contiene 200 kilogramos, por lo que la cantidad de H₂SO₄ necesario para neutralizar es:

$$\text{Kilogramos H}_2\text{SO}_4 = \cancel{2} \text{ recipientes} * 200 \text{ kilogramos} / \cancel{\text{ recipiente}}$$

$$\text{Kilogramos H}_2\text{SO}_4 = \mathbf{400 \text{ kilogramos}}$$

El precio del kilogramo de H₂SO₄ es de Q. 0.80.

Por lo que el precio para neutralizar el flujo de agua residual con pH>9 por día = 400 kilogramos * Q. 0.80/kilogramos

$$\text{Precio por día} = \mathbf{Q. 320.00}$$

A continuación se presenta el análisis de costos:

Tabla CXI. Análisis de costos de uso de ácido sulfúrico en la fuente de generación

ANÁLISIS DE COSTOS				
PRECIO KILO DE ÁCIDO SULFÚRICO (H ₂ SO ₄)	CONSUMO DIARIO DE ÁCIDO SULFÚRICO (H ₂ SO ₄) (kilogramos)	PRECIO DÍA	PRECIO MENSUAL (22 días)	PRECIO ANUAL (12 meses)
Q0.80	400	Q320.00	Q7,040.00	Q84,480.00

Fuente: Elaboración propia

- **Costos para neutralizar el agua residual (pH) en el sitio de descarga**

Para determinar los costos para neutralizar el agua residual en el sitio de descarga, se realizaron los siguientes cálculos:

$$\# \text{ recipientes de H}_2\text{SO}_4 = \text{Volumen diario} / \text{Volumen recipiente}$$

$$\# \text{ recipientes de H}_2\text{SO}_4 = 70 \text{ galones} / 30 \text{ galones}$$

$$\# \text{ recipientes de H}_2\text{SO}_4 = \mathbf{2.33 \text{ recipientes}}$$

Cada recipiente contiene 200 kilogramos, por lo que la cantidad de H₂SO₄ necesario para neutralizar es:

$$\text{Kilogramos H}_2\text{SO}_4 = 2.33 \text{ recipientes} * 200 \text{ kilogramos} / \text{recipiente}$$

Kilogramos H₂SO₄ = **466 kilogramos**

El precio del kilogramo de H₂SO₄ es de Q. 0.80.

Por lo que el precio para neutralizar el flujo de agua residual con pH>9 por día = 466 kilogramos * Q. 0.80/kilogramos

Precio por día = **Q. 372.80**

A continuación se presenta el análisis de costos

Tabla CXII. Análisis de costos de uso de ácido sulfúrico en el sitio de descarga

ANÁLISIS DE COSTOS				
PRECIO KILO DE ÁCIDO SULFÚRICO (H ₂ SO ₄)	CONSUMO DIARIO DE ÁCIDO SULFÚRICO (H ₂ SO ₄) (kilogramos)	PRECIO DÍA	PRECIO MENSUAL (22 días)	PRECIO ANUAL (12 meses)
Q0.80	466	Q372.80	Q8,201.60	Q98,419.20

Fuente: Elaboración propia

A estos costos hay que agregarle lo referente a la bomba dosificadora y la construcción del tanque. Los costos estimados son los siguientes:

Tabla CXIII. Análisis de costos de propuesta de neutralización de pH en el sitio de descarga

No.	CONCEPTO	COSTO
1	Ácido Sulfúrico	Q372.80
2	Construcción del tanque	Q22,000.00
3	Mano de obra	Q10,000.00
4	Bomba dosificadora	Q8,500.00
COSTO TOTAL		Q40,872.80

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Los resultados de realizar un análisis de la situación actual sobre el desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA, indican que la cantidad que se genera es de un índice de 1.99% en octubre '06, 1.77% en noviembre '06 y de 1.52% en diciembre de 2006 antes de la implementación del proyecto, en las áreas de desencajonado, salida de lavadora, llenado, empaçado y paletizado.
2. La implementación del control estadístico del proceso en el presente proyecto, tiene como herramienta importante los gráficos de control, mismos que se aplicaron a los atributos determinados: envase sucio, nivel de llenado, producto defectuoso, defectos físicos y rotura de envase, generados en las producciones de los meses de octubre '06 a marzo '07, manteniendo una tendencia de los resultados hasta los límites superiores, lo que indica que los mismos están bajo control, beneficiando el % índice de desperdicio de envase retornable de cada mes de implementación del proyecto.
3. Las principales causas asignables que generan desperdicio de envase retornable son las siguientes: a) baja eficiencia mecánica (60.53% octubre '06, 68.34% noviembre '06 y 75.95% diciembre '06), b) la baja efectividad del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento sobre las fallas mecánicas (54.17% octubre '06, 68% noviembre '06 y 78.95% diciembre '06), c) desperfectos y paros mecánicos debido a la falta o ausencia de mantenimiento preventivo por parte del operador o mecánico de línea, d) inexperiencia del operador y e) tipo de envase.

Esto generó que los índices de desperdicio de envase retornable para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006, fueran de: 1.99%, 1.77% y 1.52%.

4. Las acciones que se implementaron de acuerdo a un plan de acción para minimizar el índice de desperdicio de envase retornable fueron las siguientes: eficientar la línea de producción (83.64% enero '07, 83.81% febrero '07 y 83.96% marzo '07), se implementó un plan de trabajo de mantenimiento sobre los reportes de fallas en los equipos y los identificados de los gráficos de control (85.71% enero '07, 86.36% febrero '07 y 86.67% marzo '07), así mismo un plan de mantenimiento preventivo para minimizar los desperfectos mecánicos, se impartieron capacitaciones a los operadores en el uso de sus equipos y por último se monitoreó el comportamiento del envase cuando recorre por el proceso de producción. La implementación de estas acciones, permitió minimizar de 1.99% a 0.69%, el índice de desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA, durante lo meses de implementación del proyecto (octubre '06 al mes de marzo '07).

5. Los resultados de realizar un análisis de la situación actual en cuanto al manejo del agua residual en el área de manufactura de ABASA, indican que no se cuenta con una planta de tratamiento y que únicamente está implementado un procedimiento muy general de tratamiento. Éste abarca desde su neutralización hasta su descarga en los sitios destinados, apoyándose únicamente de 18 drenajes, los cuales son insuficientes para contrarrestar el flujo de 52,840.57 galones de agua residual generados diariamente por el proceso de envasado.

6. El pH es el agente químico que mayor presencia de contaminación tiene en el agua residual generada del proceso de producción (actualmente es de 11.20), por lo que la empresa ABASA para controlarlo dentro de los límites (6 a 9) que establece la regulación local y la compañía Coca Cola Internacional, debe optar por las siguientes propuestas: 1) pretratamiento, que abarca un análisis del pH generado en el proceso productivo con base en requerimientos y 2) tratamiento secundario: neutralización del pH en la fuente de generación o en el sitio de descarga del agua residual, a través de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

7. La capacitación permite tener personal calificado y competente en los procesos productivos de ABASA, a través del buen desempeño y eficiencia de las operaciones que requieran los puestos de trabajo (áreas de producción, control de calidad y mantenimiento, encargados del seguimiento del proyecto implementado). Como resultado de esto, se logra el mejoramiento y/o mantenimiento de los indicadores de negocios así como la minimización de los índice de merma (desperdicio de envase retornable) y maximización de materias primas, considerados como fundamentales para la sostenibilidad y rentabilidad de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente que el departamento de producción tenga un control y monitoreo constante sobre los atributos que hacen que áreas de proceso como desenchajonado, salida de lavadora, llenado, empaçado y paletizado, generen demasiado desperdicio de envase retornable, esto con el propósito de lograr generar planes de acción que permitan minimizar las causas que lo provocan.
2. Es recomendable aplicar el control estadístico del proceso a través de los gráficos de control, no sólo a los atributos detectados en los procesos de operación de línea, sino implementarlos en las diferentes áreas de departamento de producción como bag in box, bolsipura y jarabes, buscando maximizar el rendimiento en el uso de las materias primas minimizando el desperdicio por mermas en la operación.
3. Se sugiere realizar reuniones frecuentemente entre los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento, para detectar aquellas causas que provoquen desperdicio de envase retornable en las operaciones de producción de ABASA, con el propósito de minimizar o eliminarlas a través de acciones correctivas o preventivas.
4. Es conveniente que después de implementar las acciones correctivas y preventivas para minimizar el índice de desperdicio de envase retornable generadas de un plan de acción, a las mismas se les dé seguimiento, monitoreo y control por los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento.

Esto para garantizar la mejora continua en los procesos de línea, haciendo un análisis minucioso de las actividades relevantes realizadas para la mejora del mismo o de los problemas que pudieron influir en la no consecución de las metas.

5. Es conveniente que la empresa ABASA tenga un control y monitoreo constante sobre el manejo del agua residual en el sitio de descarga, así como de disponer de suficientes drenajes para contrarrestar el flujo de agua generado, aspectos que le permitirá cumplir con la regulación local y los requerimientos de la compañía Coca Cola Internacional.

6. Se recomienda a la empresa ABASA, que el manejo del agua residual la realice mediante la neutralización en el sitio de descarga, mediante un tanque de almacenamiento con capacidad para 60,000 galones, en la que se le instale una bomba dosificadora que aplicará ácido sulfúrico (H_2SO_4) a la cantidad de agua residual almacenada mediante un flujo constante de 350 ml/min, lo que garantiza que el pH va a ser minimizado a los niveles requeridos por la regulación local y los requerimientos de la compañía Coca Cola Internacional.

7. Se sugiere que el programa de capacitaciones diseñado e implementado en este proyecto, sea incluido dentro del plan anual de formación elaborado por el departamento de recursos humanos de ABASA, mismo que incluye todas las actividades de desarrollo, capacitación o entrenamiento que requiera el personal por departamentos, para la realización adecuada de sus funciones en los puestos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Criollo, Roberto. **Medición del trabajo**, México: Editorial McGraw-Hill, 1998. 45 pp.
2. Denton, Keith. **Seguridad industrial, administración y métodos**. México: Editorial: McGraw-Hill, 2001. 56 pp.
3. Dressler, Gary. **Administración de personal**, 7ª. Ed. México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica, 2000. 245 pp.
4. Evans, James y William Lindsay. **Administración y control de la calidad**, 4ª. Ed. Estados Unidos: Editorial Internacional Thomson Editores, 2004. 687 pp.
5. Gutiérrez, Humberto. **Calidad total y productividad**, México: Editorial McGraw-Hill, 2000. 189 pp.
6. Hellriegel, Don y otros. **Administración: Un enfoque basado en competencias**, 9ª. Ed. Estados Unidos: Editorial Thompson Learning, 2002. 352 pp.
7. Lieberman, Gerald J. **Estadística para ingenieros**, México: Editorial Prentice Hall. 2003. 456 pp.
8. Niebel, Benjamin W., **Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo**, 11ª. Ed. Estados Unidos: Editorial Alfaomega, 2004. 35 pp.
9. **Pautas para mejorar la productividad de la cadena de abastecimiento**. 1ª. Ed. Estados Unidos: se. 2004. 87 pp.
10. Rivas Castellanos, Olga y José Guzmán Shaúl. **Apuntes de legislación ambiental e instrumentos técnicos ambientales**. 1ª. Ed. Guatemala: Ediciones Mayté, 2004. 115 pp.

11. <http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.html>.
12. <http://www.gestiopolis.com/>.
13. <http://www.monografias.com/tiposenvases/html>.